

# **UNIVERSIDAD DE CUENCA**



## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **“MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN VIALIDAD Y TRANSPORTES (SEGUNDA COHORTE)”**

**Diseños definitivos para el mejoramiento de la vía Centro Parroquial,  
Santa Catalina, el Despacho, Santa Sofía y Guncay de la parroquia de El  
Valle**

Trabajo de titulación previo a la  
obtención de Título de Magister en  
Vialidad y Transportes

#### **AUTORES:**

Arévalo Moscoso Xavier Marcelo  
C.I. 0103572251

Prieto Centeno Juan Andrés  
C.I. 0104498589

#### **DIRECTOR:**

Ing. Juan Marcelo Avilés Ordóñez MSc.  
C.I. 0103872503

Cuenca – Ecuador  
2018



## RESUMEN

La vía Centro Parroquial de El Valle, Santa Catalina, El Despacho, Santa Sofía y Guncay se ubica en el cantón Cuenca, provincia del Azuay. En la actualidad, al momento de acceder a esta zona, existen conflictos en la circulación vehicular, debido al incremento urbano, poblacional y al mal estado de la carretera. Una solución a este inconveniente es realizar los diseños técnicos para el mejoramiento vial donde se pueda cumplir la normativa vigente en el Ecuador, con la finalidad de brindar seguridad para el buen vivir de las personas. La vía diseñada posee una longitud de 2643.82 metros, consta de dos secciones transversales de 12.00 y 14.00 metros en su trayecto. El estudio vial contiene aspectos que incluye el trazado del eje, diseño geométrico (alineamiento horizontal y vertical), diseño de la estructura de pavimento flexible y pavimento rígido, diseño del drenaje vial (obras de arte menor), la señalización vial, determinación del nivel de servicio, el beneficio social, la estimación del presupuesto, diseño de paradas para buses y replanteo de la topografía. Finalmente, el tráfico promedio diario anual para 20 años fue de 1964 vehículos, la velocidad de diseño de 50.00 km/h. El espesor de la estructura de pavimento flexible fue de 74.00 cm distribuidos en 10.00 cm de pavimento asfáltico, 14.00 cm de base, 30.00 cm de subbase y 20.00 cm de mejoramiento. El diámetro de las alcantarillas circulares que se emplearon fueron de 1.20 m y 1.90 m, y una alcantarilla rectangular tipo cajón de 3.00 x 3.00 m.

**Palabras Claves:** SECCIÓN TRANSVERSAL, ALINEAMIENTO, PAVIMENTO, SEÑALIZACIÓN, DRENAJE, PRESUPUESTO,





## ABSTRACT

This study is focus on the Centro Parroquial de El Valle, Santa Catalina, El Despacho, Santa Sofía and Guncay way which is located in Cuenca canton, Azuay province. The current traffic flow on this way is chaotic due to an increasing urban population and its deterioration. Thus, the solution proposed are technical designs based on the last valid Ecuadorian normative to improve the road safety. The designed way is 2643.82 meters long and has two widths (12.00 and 14.00 meters) in its length. The current study includes alignment drawing, geometrical design (vertical and horizontal), structural design of flexible and rigid pavement, drainage design, traffic signs, level of service, social benefit, budget estimation, bus stop locations, and topographic stakeout. The resulting design provides the following results: the average traffic flow rate for a 20-year return is 1964 vehicles, a flexible pavement with a thickness of 74.00 centimeters distributed in 10.00 centimeters of asphaltic pavement, a base and subbase with thickness of 14.00 centimeter and 30.00 centimeters respectively, a layer of 20.00 centimeters of soil improvement is above the natural subgrade, The circular culverts have diameters of 1.20 and 1.90 meters and the box culvert is 3.00x3.00 meters.

**Key words:** CROSS SECTION, ALIGNMENT, PAVEMENT, TRAFFIC SIGNS, DRAINAGE, BUDGET.



## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	2
ABSTRACT .....	3
ÍNDICE GENERAL .....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	9
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
1. CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	22
1.1 ANTECEDENTES .....	22
1.1.1 INFORMACIÓN GENERAL .....	22
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	31
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	31
1.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	32
1.5 ALCANCE DEL PROYECTO.....	33
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	33
2. CAPÍTULO 2. DISEÑO GEOMÉTRICO .....	34
2.1 TRAZADO Y VARIANTES EN EL EJE VIAL.....	34
2.1.1 RECONOCIMIENTO .....	34
2.1.2 TRAZADO PRELIMINAR .....	34
2.1.3 PROYECTO .....	35
2.2 ANTECEDENTES .....	36
2.3 TOPOGRAFÍA.....	36
2.3.1 TRABAJO DE CAMPO .....	37
2.4 DISEÑO PROPUESTO .....	40
PARÁMETROS DE DISEÑO.....	40
2.4.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	44
2.4.2 ALINEAMIENTO VERTICAL.....	50
2.5 SECCIÓN TRANSVERSAL DE DISEÑO .....	58
2.6 DISEÑO DE ISLAS PARA BUSES.....	59
2.6.1 CÁLCULOS DE LA ESTACIÓN.....	60
2.6.2 RECOMENDACIONES .....	61
2.6.3 SERVICIOS ADICIONALES.....	62
2.7 REPLANTEO TOPOGRÁFICO .....	62
2.7.1 ASPECTOS GENERALES PRESENTADOS EN EL REPLANTEO Y MEDIDAS PROPUESTAS.....	69
3. CAPÍTULO 3. DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO .....	76
3.1 GEOLOGÍA LOCAL Y REGIONAL.....	76
3.2 ANÁLISIS DE PELIGRO SÍSMICO DE LA ZONA DEL PROYECTO .....	78
3.3 ANÁLISIS DE LOS FENÓMENOS DE INESTABILIDAD QUE SE PRESENTAN EN EL ÁREA DE ESTUDIO .....	79
3.4 ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	79
3.4.1 ENSAYOS DE LABORATORIO.....	79
3.5 CONTEO DE TRÁNSITO .....	84
3.6 CÁLCULO Y DISEÑO .....	97
3.6.1 ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO .....	97
3.6.2 FACTORES PARA EL CÁLCULO .....	99
3.6.3 CBR DE DISEÑO .....	103
3.6.4 MÓDULO RESILIENTE (PAVIMENTOS FLEXIBLES).....	107
3.6.5 CÁLCULO DEL NÚMERO DE CARGAS DE EJES SIMPLES DE 18000 LBS (MÉTODO ASSHTO) PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES .....	111



3.6.6.	CÁLCULO DEL NÚMERO DE CARGAS DE EJES SIMPLES DE 18000 LBS (MÉTODO ASSHTO) PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS	113
3.6.7.	CÁLCULO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (MÉTODO ASSTHO) .....	114
3.6.8.	CÁLCULO DEL PAVIMENTO RÍGIDO (MÉTODO ASSTHO) .....	120
3.6.9.	ANÁLISIS DE FUENTES DE MATERIALES.....	126
4.	CAPÍTULO 4. SISTEMA DE DRENAJE .....	128
4.1	RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN.....	128
4.2	ESTUDIO HIDROLÓGICO .....	130
4.2.1	INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA .....	130
4.3	DRENAJE LONGITUDINAL .....	136
4.4	ESTUDIO HIDRÁULICO .....	136
4.4.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CUNETAS .....	136
4.4.2	CAUDAL DE DISEÑO EN CUNETAS .....	136
4.4.3	DIMENSIONAMIENTO DE LA CUNETA .....	137
4.4.4	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CUNETAS DE CORONACIÓN .....	141
4.4.5	CAUDAL DE DISEÑO EN CUNETAS DE CORONACIÓN .....	141
4.4.6	DIMENSIONAMIENTO DE CUNETA DE CORONACIÓN .....	142
4.4.7	CONSIDERACIONES GENERALES DE SUBDRENES.....	142
4.4.8	DISEÑO EN SUBDRENES .....	143
4.4.9	DIMENSIONAMIENTO DEL SUBDREN .....	146
4.5	DRENAJE TRANSVERSAL .....	147
4.5.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE ALCANTARILLAS .....	147
4.5.2	CAUDAL DE DISEÑO EN ALCANTARILLAS.....	147
4.5.3	MUROS ESQUEMÁTICOS DE ALCANTARILLAS.....	158
4.5.4	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE PUENTES.....	159
5.	CAPÍTULO 5. SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO.....	160
5.1	RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN .....	160
5.1.1	MANTENIMIENTO DE LAS SEÑALES DE TRÁNSITO .....	160
5.1.2	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN .....	161
5.2	SEÑALIZACIÓN VERTICAL .....	164
5.2.1	SEÑALES REGLAMENTARIAS .....	164
5.2.2	CLASIFICACIÓN.....	164
5.2.3	SEÑALES PREVENTIVAS .....	165
5.2.4	CLASIFICACIÓN.....	165
5.2.5	SEÑALES INFORMATIVAS Y AMBIENTALES.....	166
5.2.6	CLASIFICACIÓN.....	166
5.3	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL .....	166
5.3.1	DEMARCAÇÃO PLANA Y ELEVADA.....	167
5.3.2	LÍNEAS SEGMENTADAS DE SEPARACIÓN DE CIRCULACIÓN OPUESTA .....	167
5.3.3	DOBLE LÍNEA CONTINUA.....	167
5.3.4	DOBLE LÍNEA MIXTA.....	168
5.3.5	LÍNEAS DE BORDE .....	168
5.3.6	LÍNEAS DE TRANSICIONES PARA REDUCCIÓN DE PISTAS .....	169



6.	CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE TRÁNSITO .....	170
6.1	RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN .....	170
6.1.1	SITUACIÓN ACTUAL DE LAS INTERSECCIONES.....	173
6.2	EVALUACIÓN DEL IMPACTO A LA CIRCULACIÓN Y FUNCIONALIDAD DE LA VÍA (INTERSECCIÓN VÍA A EL VALLE – VÍA A GUNCAY).....	174
6.3	NIVELES DE SERVICIO Y EVALUACIÓN DE LA INTERSECCIÓN (INTERSECCIÓN VÍA A EL VALLE – VÍA A GUNCAY).....	178
6.4	NIVELES DE SERVICIO Y EVALUACIÓN DE LA INTERSECCIÓN (INTERSECCIÓN VÍA MONAY , BAGUANCHI PACCHA – VÍA A GUNCAY).....	188
7.	CAPÍTULO 7. DISEÑO DE MUROS .....	191
7.1	RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN .....	191
7.2	CALCULO, DISEÑO Y RECOMENDACIONES.....	192
7.2.1	DISEÑO DEL MURO DEL PROYECTO.....	193
7.2.2	DIMENSIONES DE MUROS CARACTERÍSTICOS PARA EL PROYECTO.....	196
8.	CAPÍTULO 8. EVALUACIÓN FINANCIERA .....	199
8.1	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LA INVERSIÓN TOTAL .....	199
8.1.1.	INVERSIÓN EN OBRA CIVIL .....	200
8.1.2.	COSTOS DE FISCALIZACIÓN .....	200
8.2	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	200
8.3	BENEFICIO SOCIAL .....	203
8.3.1.	IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE BENEFICIOS .....	203
8.4	FLUJO ECONÓMICO.....	212
8.4.1.	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS .....	212
8.4.2.	EL FLUJO DE FONDOS .....	213
8.5	INDICADORES ECONÓMICOS.....	213
9.	CAPÍTULO 9. PRESUPUESTO .....	215
9.1	CANTIDADES DE OBRA .....	215
9.2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	215
9.3	PRESUPUESTO .....	215
9.3.1	PRESUPUESTO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE .....	215
9.3.2	PRESUPUESTO PARA PAVIMENTO RÍGIDO .....	218
9.4	ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE .....	220
9.4	CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO.....	223
9.5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	223
10.	CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	223
	RECOMENDACIONES .....	226
	BIBLIOGRAFÍA .....	227

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Población y tasas de crecimiento de la parroquia de El Valle .....	24
Tabla 2 Clases de suelo .....	25
Tabla 3 Tipos de suelo y cobertura .....	25
Tabla 4 Geomorfología .....	27
Tabla 5 Vegetación de la parroquia de El Valle .....	30
Tabla 6 Fauna de la parroquia de El Valle.....	29
Tabla 7 Red vial parroquial .....	31
Tabla 8 Red vial parroquial .....	31
Tabla 9 Coordenadas del proyecto .....	32
Tabla 10 Puntos de intersección de la poligonal del proyecto .....	38
Tabla 11 Tasa de crecimiento y proyecciones del TPD.....	40
Tabla 12 Clasificación de la carretera .....	41
Tabla 13 Dimensiones del vehículo de diseño .....	41
Tabla 14 Velocidades de diseño .....	42



Tabla 15 Velocidades de circulación .....	42
Tabla 16 Velocidad de diseño. ....	43
Tabla 17 Estimación de sobreancho. ....	47
Tabla 18 Radios mínimos absolutos.....	48
Tabla 19 Puntos de intersección del proyecto .....	49
Tabla 20 Principales componentes del alineamiento horizontal .....	48
Tabla 21 Gradientes máximas según el tipo de carretera .....	50
Tabla 22 Valor "K" para determinar la longitud de curvas verticales cóncavas mínimas .....	51
Tabla 23 Valor "K" para determinar la longitud de curvas verticales convexas mínimas .....	52
Tabla 24 Puntos de intersección del proyecto .....	53
Tabla 25 Principales componentes del alineamiento vertical .....	53
Tabla 26 Taludes de corte recomendados .....	59
Tabla 27 Puntos de control empleados para el replanteo .....	62
Tabla 28 Puntos (abscisas) para el replanteo .....	63
Tabla 29 Puntos replanteados y error .....	66
Tabla 30 Geología de la parroquia de El Valle.....	76
Tabla 31 Zonificación sísmicas .....	78
Tabla 32 Clasificación de los suelos (AASHTO) .....	81
Tabla 33 Clasificación de los suelos (AASHTO) .....	82
Tabla 34 Clasificación de los suelos (SUCS) .....	83
Tabla 35 Clasificación de suelos para infraestructura de pavimentos .....	83
Tabla 36 resumen de resultados.....	84
Tabla 37 Hojas para el conteo manual clasificado .....	86
Tabla 38 Conteo Estación C.....	87
Tabla 39 Volumen de vehículos cada 15 minutos (intervalos de 60 minutos).....	89
Tabla 40 Volumen de vehículos cada 15 minutos en hora pico .....	90
Tabla 41 Volumen de tráfico y porcentaje en hora pico .....	90
Tabla 42 Quince minutos de mayor tráfico .....	91
Tabla 43 Hora de menor volumen de tránsito .....	91
Tabla 44 Volumen de tránsito por horas.....	91
Tabla 45 Conteo automático panamericana sur (2006) .....	94
Tabla 46 Factor semanal.....	95
Tabla 47 Consumo de combustibles del año 2015 en el Azuay .....	96
Tabla 48 Resumen de factores para el cálculo.....	96
Tabla 49 TPDA por clase de vehículos .....	96
Tabla 50 Tasas de crecimiento vehicular.....	97
Tabla 51 TPDA proyectado por clases de vehículos.....	97
Tabla 52 Aspectos generales para el proyecto.....	97
Tabla 53 Período de diseño.....	97
Tabla 54 TPDA para 20 años.....	98
Tabla 55 Categorías de buses y camiones .....	99
Tabla 56 Factor de distribución direccional .....	101
Tabla 57 Factor de distribución de carril .....	101
Tabla 58 Confiabilidad .....	103
Tabla 59 CBR obtenidos en la vía .....	103
Tabla 60 Percentiles según número de ejes de 8.2 toneladas .....	104
Tabla 61 Valores de CBR mayores o iguales.....	104
Tabla 62 Comparación amplia de técnicas de estabilización según Inglés y Metcalf .....	106
Tabla 63 Guía para la elección de estabilizantes (NAASRA, 1986) .....	107
Tabla 64 Resumen valores obtenidos .....	108
Tabla 65 CBR recomendados para bases y subbases.....	108
Tabla 66 Resumen de resultados obtenidos .....	111
Tabla 67 Parámetros requeridos para el cálculo.....	112
Tabla 68 Cálculo del factor camión.....	112
Tabla 69 Cálculo del número de ejes equivalentes.....	112
Tabla 70 Cálculo del número de ejes equivalentes.....	113
Tabla 71 Parámetros requeridos para el cálculo.....	113
Tabla 72 Cálculo del factor camión.....	113
Tabla 73 Cálculo del número de ejes equivalentes.....	114



Tabla 74 Cálculo del número de ejes equivalentes.....	114
Tabla 75 Datos requeridos para el diseño.....	114
Tabla 76 Calidad del drenaje.....	118
Tabla 77 Coeficiente m de drenaje.....	118
Tabla 78 Espesor de las capas que conforman el pavimento.....	118
Tabla 79 Estructura equivalente de espesores de las capas que conforman el pavimento.....	119
Tabla 80 Espesor para la rehabilitación.....	120
Tabla 81 Parámetros para el diseño.....	120
Tabla 82 Parámetros por uso de pasadores.....	121
Tabla 83 Coeficiente m de drenaje.....	122
Tabla 84 Recomendación para la selección de los pasadores de carga.....	123
Tabla 85 Resultados de pasadores.....	123
Tabla 86 Datos para barras de anclaje.....	124
Tabla 87 Datos para barras de anclaje.....	124
Tabla 88 Resumen de cálculo.....	125
Tabla 89 Espesor para rehabilitación.....	126
Tabla 90 Fuentes de materiales.....	126
Tabla 91 Cuencas, subcuencas y microcuencas de la parroquia de El Valle.....	128
Tabla 92 Red hídrica de la parroquia de El Valle.....	129
Tabla 93 Resumen de las cuencas Hidrográficas.....	132
Tabla 94 Ecuaciones para tiempo de concentración.....	133
Tabla 95 Datos de la cuenca hidrográfica.....	133
Tabla 96 Coeficientes de escorrentía.....	134
Tabla 97 Coeficientes de escorrentía ponderada.....	134
Tabla 98 Determinación del Caudal.....	135
Tabla 99 Cálculo del caudal total (QT).....	138
Tabla 100 Cálculo de la capacidad hidráulica Qm.....	140
Tabla 101 Valores recomendados para la conductividad hidráulica.....	144
Tabla 102 Datos iniciales.....	144
Tabla 103 Estimación de caudales para subdrenes.....	145
Tabla 104 Carga hidráulica de diseño.....	148
Tabla 105 Coeficientes de regresión para alcantarillas.....	150
Tabla 106 Resumen del Cálculo de los Caudales.....	151
Tabla 107 Diseño control de entrada.....	151
Tabla 108 Velocidades máximas admisibles.....	152
Tabla 109 Velocidades máximas admisibles.....	154
Tabla 110 Coeficientes de rugosidad para materiales en alcantarillas.....	154
Tabla 111 Resumen de Caudales.....	155
Tabla 112 Diseño de alcantarilla con control de salida.....	155
Tabla 113 Diseño de alcantarilla para drenaje de cunetas.....	156
Tabla 114 Puentes existentes en la vía.....	159
Tabla 115 Resumen de alcantarillas.....	159
Tabla 116 Dimensiones mínimas en función de la velocidad.....	162
Tabla 117 Distancias mínimas entre señales verticales.....	163
Tabla 118 Altura recomendada de las placas de la señal.....	163
Tabla 119 Parámetros para líneas segmentadas.....	167
Tabla 120 Cantidad de Vehículos en cada Intersección.....	171
Tabla 121 Cantidad de Vehículos en cada Intersección.....	172
Tabla 122 FHP y VHD (Estación A).....	175
Tabla 123 FHP y VHD (Estación B).....	176
Tabla 124 FHP y VHD (Estación C y D).....	177
Tabla 125 Saturación vía a El Valle sentido (N-S).....	180
Tabla 126 Saturación vía a El Valle sentido (S-N).....	181
Tabla 127 Saturación vía Centro parroquial, Guncay (E-O).....	181
Tabla 128 Cálculo del nivel de servicio de la intersección (año 2017).....	182
Tabla 129 Cálculo de intersección mediante programa Synchro 8 (año 2017).....	183
Tabla 130 Cálculo del nivel de servicio de la intersección (año 2017 optimizado).....	184
Tabla 131 Cálculo del nivel de servicio de la intersección (año 2022).....	185
Tabla 132 Cálculo del nivel de servicio de la intersección (año 2027).....	186

Tabla 133 Tráfico generado a partir de un proyecto que ingresa y sale de la intersección .....	186
Tabla 134 Cálculo del nivel de servicio de la intersección a partir de nuevo proyecto (año 2017) .....	187
Tabla 135 Comparación de los niveles de servicio con y sin proyecto .....	188
Tabla 136 FHP y VHD (Estación A).....	188
Tabla 137 FHP y VHD (Estación B).....	189
Tabla 138 FHP y VHD (Estación C).....	189
Tabla 139 Cálculo de intersección mediante programa Synchro 8.....	190
Tabla 140 Resumen muros de contención .....	192
Tabla 141 Ángulo de fricción.....	194
Tabla 142 Cálculo de muro de 1m .....	194
Tabla 143 Cálculo de muro de 2m .....	195
Tabla 144 Cálculo de muro de 3m .....	195
Tabla 145 Cálculo de muro de 4m .....	196
Tabla 146 Inversión del proyecto (pavimento flexible) .....	199
Tabla 147 Rubros para el mantenimiento rutinario.....	201
Tabla 148 Rubros para el mantenimiento emergente.....	201
Tabla 149 Rubros para el mantenimiento periódico .....	201
Tabla 150 Proyección de costos de mantenimiento (dólares) .....	202
Tabla 151 Proyección de costos de mantenimiento (dólares) a precios de mercado .....	202
Tabla 152 Demanda efectiva de viajes .....	204
Tabla 153 Población económicamente activa.....	204
Tabla 154 Cálculos de oportunidad de las personas.....	205
Tabla 155 Valor de ahorro anual de los beneficiarios que utilizan la vía diariamente .....	207
Tabla 156 Cuantificación de incentivos a la producción agropecuaria.....	209
Tabla 157 Resultados por ahorro en combustibles, lubricantes y llantas .....	211
Tabla 158 Beneficios totales de la vía .....	212
Tabla 159 Análisis costo - beneficio .....	213
Tabla 160 Índices de evaluación (en dólares) .....	214
Tabla 161 Presupuesto total de la obra (pavimento flexible) .....	215
Tabla 162 Presupuesto total de la obra (pavimento rígido).....	218
Tabla 163 Presupuesto (pavimento flexible).....	220
Tabla 164 Presupuesto (pavimento rígido) .....	221
Tabla 165 Presupuesto total de la obra (pavimento flexible) .....	222
Tabla 166 Presupuesto total de la obra (pavimento rígido).....	223

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Mapa Límites del proyecto .....	24
Ilustración 2 Mapa Uso De suelo .....	26
Ilustración 3 Mapa Curvas De Nivel .....	28
Ilustración 4 Mapa Ubicación del proyecto.....	33
Ilustración 5 Poligonal, Puntos de Control RTK y Nube de Puntos.....	39
Ilustración 6 Fases de transición del Peralte (V. Transversal) .....	45
Ilustración 7 Sección transversal Fase I1 .....	46
Ilustración 8 Sección transversal Fase I3 .....	46
Ilustración 9 Diagrama de masas del proyecto .....	57
Ilustración 10 Sección transversal de diseño .....	58
Ilustración 11 Sección transversal de diseño .....	61
Ilustración 12 Medidas para no afectar a vivienda .....	70
Ilustración 13 Medidas para no afectar a vivienda .....	70
Ilustración 14 Medidas para no afectar a vivienda .....	71
Ilustración 15 Medidas para no afectar a vivienda .....	72
Ilustración 16 Medidas para no afectar a vivienda .....	72
Ilustración 17 Medidas para no afectar a terreno ni vivienda .....	73
Ilustración 18 Medidas para no afectar a vivienda .....	73
Ilustración 19 Medidas para no afectar a vivienda .....	74
Ilustración 20 Medidas para no afectar a vivienda .....	74
Ilustración 21 Medidas para no afectar a vivienda .....	75



Ilustración 22 Mapa Geológico de la parroquia de El Valle .....	77
Ilustración 23 Mapa para diseño sísmico .....	78
Ilustración 24 Zona de Conteo y Estaciones del Proyecto .....	85
Ilustración 25 Estaciones de conteo .....	86
Ilustración 26 Mapa Hidrográfico de la parroquia de El Valle .....	129
Ilustración 27 Cuencas hidrográficas del proyecto .....	132
Ilustración 28 Cálculo del caudal en HEC-HMS 4.2.1 .....	135
Ilustración 29 Cálculo del caudal en HEC-HMS 4.2.1 .....	135
Ilustración 30 Procesamiento de Datos del Conteo Volumétrico .....	171
Ilustración 31 Procesamiento de Datos del Conteo Volumétrico .....	172
Ilustración 32 Zonificación del área aledaña a la intersección .....	173
Ilustración 33 Zonificación del área aledaña a la intersección .....	174

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Línea de ceros .....	35
Ecuación 2 Parámetros Geodésicos WGS84 .....	37
Ecuación 3 Distancia recorrida durante el tiempo de percepción .....	43
Ecuación 4 Coeficiente de fricción longitudinal .....	43
Ecuación 5 Distancia de frenado .....	43
Ecuación 6 Radio mínimo calculado .....	45
Ecuación 7 Longitud de Aplanamiento .....	46
Ecuación 8 Longitud de Transición .....	46
Ecuación 9 Tangente intermedia mínima .....	46
Ecuación 10 Tangente intermedia crítica .....	47
Ecuación 11 Longitud mínima de la curva horizontal .....	47
Ecuación 12 Cálculo del Sobreancho .....	47
Ecuación 13 Cálculo de la longitud crítica .....	50
Ecuación 14 Longitud de la curva vertical convexa .....	51
Ecuación 15 Coeficiente K .....	51
Ecuación 16 Longitud de la curva vertical cóncava .....	52
Ecuación 17 Longitud mínima en curvas verticales .....	52
Ecuación 18: Calculo del área de la plataforma .....	60
Ecuación 19: Ancho de espera de Subparada .....	60
Ecuación 20 Contenido de humedad .....	80
Ecuación 21 Granulometría .....	80
Ecuación 22 Índice de plasticidad .....	81
Ecuación 23 Volumen horario de diseño .....	90
Ecuación 24 Tráfico promedio diario anual .....	94
Ecuación 25 Factor horario .....	95
Ecuación 26 Factor diario .....	95
Ecuación 27 Factor semanal .....	95
Ecuación 28 Factor mensual .....	96
Ecuación 29 TPDA proyectado .....	97
Ecuación 30 Factor de equivalencia de carga (pavimento flexible) .....	99
Ecuación 31 Coeficiente Bx .....	100
Ecuación 32 Coeficiente G .....	100
Ecuación 33 Factor de equivalencia de carga (pavimento rígido) .....	100
Ecuación 34 Coeficiente Bx .....	100
Ecuación 35 Coeficiente G .....	101
Ecuación 36 Factor de proyección .....	102
Ecuación 37 Número de ejes equivalentes .....	102
Ecuación 38 Corrección de tránsito proyectado .....	103
Ecuación 39 Daño relativo .....	108
Ecuación 40 Número estructural .....	115
Ecuación 41 Espesor de la capa de pavimento asfáltico .....	117
Ecuación 42 Espesor de la base .....	117
Ecuación 43 Espesor de la subbase .....	117



Ecuación 44 Módulo de elasticidad .....	121
Ecuación 45 Resistencia a la compresión simple .....	121
Ecuación 46 Espesor de losa .....	122
Ecuación 47 Cálculo del área y tensión del acero .....	124
Ecuación 48 Espaciamiento entre barras .....	125
Ecuación 49 Longitud de barra de anclaje.....	125
Ecuación 50 Cálculo de Tiempo de Concentración .....	133
Ecuación 51 Ecuaciones pluviométricas .....	133
Ecuación 52 Determinación del Caudal. ....	134
Ecuación 53 Expresiones de Henderson.....	137
Ecuación 54 Fórmula de Manning .....	139
Ecuación 55 Ecuaciones para subdrenos.....	143
Ecuación 56 Prediseño de Alcantarillas .....	147
Ecuación 57 Número de Froude .....	148
Ecuación 58 Fórmula polinómica carga a la entrada .....	150
Ecuación 59 Fórmula carga Hs (salida sumergida).....	153
Ecuación 60 Fórmula carga Hs no sumergidas.....	155
Ecuación 61 Longitud mínima de zona de transición (velocidad mayor a 50 km/h).....	169
Ecuación 62 Longitud mínima de zona de transición (velocidad menor o igual a 50 km/h) .....	169
Ecuación 63 Cálculo del flujo de saturación .....	178
Ecuación 64 Cálculo del factor $f_w$ .....	179
Ecuación 65 Cálculo del factor $f_{HV}$ .....	179
Ecuación 66 Cálculo del factor $f_g$ .....	179
Ecuación 67 Cálculo del factor $f_g$ .....	179
Ecuación 68 Cálculo del factor $f_{LU}$ .....	180
Ecuación 69 Cálculo del factor $f_{LT}$ .....	180
Ecuación 70 Cálculo del factor $f_{RT}$ .....	180
Ecuación 71 Cálculo del ciclo óptimo del semáforo .....	181
Ecuación 72 Capacidad de acercamiento .....	181
Ecuación 73 Grado de saturación .....	182
Ecuación 74 Cálculo de demoras (d1).....	182
Ecuación 75 Cálculo de demoras (d2).....	182
Ecuación 76 Cálculo de demoras (DT) .....	182
Ecuación 77 Cálculo de muros de hormigón ciclópeo .....	193
Ecuación 78 Cálculo de muros de hormigón ciclópeo .....	193
Ecuación 79 Cálculo de muros de hormigón ciclópeo .....	193
Ecuación 80 Cálculo de consto de combustible .....	210
Ecuación 81 Cálculo de consto de lubricantes .....	210
Ecuación 82 Cálculo de costo de llantas.....	210
Ecuación 83 Cálculo de VAN.....	214

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del proyecto .....	23
Figura 2 Cobertura del suelo .....	26
Figura 3 Ubicación del proyecto .....	32
Figura 4 Aproximación Esférica de la Tierra .....	36
Figura 5 Localización de las 5 estaciones de control GPS originales del sistema WGS84.....	37
Figura 6 Curva circular para el alineamiento horizontal.....	44
Figura 7 Coeficiente de fricción lateral.....	44
Figura 8 Gradiente relativa "i" .....	45
Figura 9 Curva Parabólica para el alineamiento vertical.....	50
Figura 10 Ejemplos explicativos para diagrama de masas.....	56
Figura 11 Ejemplos explicativos para diagrama de masas.....	56
Figura 12 Tipo de estación empleada para el replanteo (RTK).....	62
Figura 13 Muros de viviendas y unidad educativa.....	69
Figura 14 Vivienda afectada .....	70
Figura 15 Vivienda afectada (despacho).....	71

Figura 16 Vivienda no levantada en topografía (despacho) .....	71
Figura 17 Vivienda afectada (veterinaria) .....	72
Figura 18 Vivienda afectada .....	72
Figura 19 Muros afectados.....	73
Figura 20 Vivienda afectada .....	73
Figura 21 Vivienda afectada .....	74
Figura 22 Vivienda afectada .....	74
Figura 23 Vivienda afectada .....	74
Figura 24 Vivienda afectada .....	75
Figura 25 Muros afectados.....	75
Figura 26 Carta de plasticidad.....	80
Figura 27 Porcentaje de Vehículos estación C .....	88
Figura 28 Porcentaje de Vehículos estación C (sin motos ni bicicletas) .....	88
Figura 29 Porcentaje de Vehículos en hora pico.....	90
Figura 30 Tráfico vehicular cada hora.....	92
Figura 31 Volumen de tránsito cada 15 minutos y cada hora.....	93
Figura 32 CBR vs porcentajes mayores o iguales .....	104
Figura 33 Daño relativo $U_f$ .....	107
Figura 34 Determinación del módulo elástico de la base granular.....	109
Figura 35 Determinación del módulo de reacción K.....	109
Figura 36 Corrección al módulo de reacción K.....	110
Figura 37 Daño relativo $U_f$ .....	110
Figura 38 Módulo de reacción K Efectivo .....	111
Figura 39 Estructura del pavimento flexible.....	115
Figura 40 Coeficiente $a_3$ subbase .....	116
Figura 41 Base granular $a_2$ .....	116
Figura 42 Coeficiente $a_1$ .....	117
Figura 43 Estructura del pavimento.....	119
Figura 44 Cálculo del número estructural SN.....	119
Figura 45 Estructura del pavimento.....	122
Figura 46 Tipo de pasador .....	123
Figura 47 Espaciamiento mínimo de juntas .....	124
Figura 48 Zonas características de intensidades de precipitación .....	130
Figura 49 Isoyetas de Intensidades de Precipitación TR 25 años.....	131
Figura 50 Sección tipo (cuneta).....	137
Figura 51 Secciones tipo para cunetas .....	139
Figura 52 Ejemplos de cunetas de coronación.....	141
Figura 53 Secciones tipo para cunetas trapezoidales .....	142
Figura 54 Tipos de subdrenes .....	143
Figura 55 Valores recomendados para $F_i$ y $F_r$ .....	144
Figura 56 Nomograma Prandtl Colebrook.....	146
Figura 57 Sección tipo para subdren .....	146
Figura 58 Control de entrada de alcantarilla.....	149
Figura 59 Alcantarillas con control en la entrada.....	149
Figura 60 Escurrimiento en alcantarillas con control de salida.....	152
Figura 61 Clase 1 .....	153
Figura 62 Clase 2 .....	153
Figura 63 Muros para alcantarillas.....	158
Figura 64 Señales reglamentarias .....	164
Figura 65 Señales preventivas.....	165
Figura 66 Señales informativas .....	166
Figura 67 Líneas segmentadas de separación .....	167
Figura 68 Doble línea continua .....	168
Figura 69 Doble línea mixta.....	168
Figura 70 Líneas de transiciones .....	169
Figura 71 Intersección con la Vía a El Valle .....	170
Figura 72 Intersección con la Vía Monay, Baguanchi, Paccha.....	170
Figura 73 Porcentaje de Vehículos en cada Intersección .....	171
Figura 74 Porcentaje de Vehículos en cada Intersección .....	172



Figura 75 Porcentaje de Vehículos que giran en la intersección.....	174
Figura 76 Caracterización del tráfico en la intersección.....	178
Figura 77 Nivel de servicio de la intersección (año 2017) .....	183
Figura 78 Esquema del ciclo semafórico (año 2017) .....	183
Figura 79 Nivel de servicio de la intersección (año 2017) .....	184
Figura 80 Esquema de la intersección vista en 3D (año 2017).....	184
Figura 81 Nivel de servicio de la intersección (año 2017 optimizado) .....	185
Figura 82 Esquema del ciclo semafórico (año 2017 optimizado) .....	185
Figura 83 Nivel de servicio de la intersección (año 2022) .....	185
Figura 84 Esquema del ciclo semafórico (año 2022) .....	185
Figura 85 Nivel de servicio de la intersección (año 2027) .....	186
Figura 86 Esquema del ciclo semafórico (año 2027) .....	186
Figura 87 Porcentaje tráfico .....	187
Figura 88 Tráfico nuevo generado a partir del proyecto .....	187
Figura 89 Volumen de tráfico a partir del nuevo proyecto .....	187
Figura 90 Nivel de servicio de la intersección a partir de nuevo proyecto (año 2017).....	188
Figura 91 Esquema del ciclo semafórico a partir de nuevo proyecto (año 2017).....	188
Figura 92 Porcentajes de tránsito en la intersección .....	189
Figura 93 Distribución de tránsito en la intersección .....	189
Figura 94 Simulación en el programa Synchro 8.....	190
Figura 95 Esfuerzos en muro de Hormigón ciclópeo .....	191
Figura 96 Tipos de muro de Hormigón ciclópeo .....	191
Figura 97 Dimensiones de muro de hormigón ciclópeo (h=1m).....	196
Figura 98 Dimensiones de muro de hormigón ciclópeo (h=2m).....	197
Figura 99 Dimensiones de muro de hormigón ciclópeo (h=3m).....	197
Figura 100 Dimensiones de muro de hormigón ciclópeo (h=4m).....	198
Figura 101 Costo inicial, mantenimiento y rehabilitación (pavimento flexible).....	221
Figura 102 Costo inicial, mantenimiento y rehabilitación (pavimento rígido) .....	222



## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

·Xavier Marcelo Arévalo Moscoso, autor/a del trabajo de titulación “DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFÍA Y GUNCAY DE LA PARROQUIA DE EL VALLE”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 14 de mayo de 2018



Xavier Marcelo Arévalo Moscoso

C.I: 010357225-1

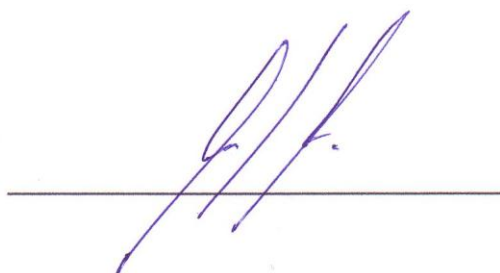
## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Xavier Marcelo Arévalo Moscoso en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFÍA Y GUNCAY DE LA PARROQUIA DE EL VALLE", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 14 de mayo del 2018

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, positioned above a horizontal line.

Xavier Marcelo Arévalo Moscoso

C.I: 010357225-1



## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Juan Andrés Prieto Centeno, autor/a del trabajo de titulación “DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFÍA Y GUNCAY DE LA PARROQUIA DE EL VALLE”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 14 de mayo de 2018

Juan Andrés Prieto Centeno

C.I: 0104498589



## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Juan Andrés Prieto Centeno en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFÍA Y GUNCAY DE LA PARROQUIA DE EL VALLE", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 14 de mayo del 2018

Juan Andrés Prieto Centeno

C.I: 0104498589





## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de El Valle, y en su persona al Econ. Gabriel Paute Peña, por toda la colaboración y ayuda brindada para la ejecución de la tesis. Así también agradecer al Ing. Juan Avilés. MSc, por toda la asesoría brindada como nuestro director del presente trabajo de titulación. Una mención especial al Ing. Daniel Mogrovejo. PhD y al Ing. Jaime Bojorque. PhD, que en su calidad de lectores, revisaron y aportaron sus criterios para la correcta ejecución de este trabajo. Finalmente quiero agradecer a mi compañero y amigo de trabajo Ing. Juan Andrés Prieto, que gracias a su amistad y apoyo brindado a lo largo de todos estos años sirvieron para crecer como persona y profesional y al mismo tiempo culminar con éxito esta etapa de mi vida.

**Ing. Xavier Marcelo Arévalo Moscoso.**





## AGRADECIMIENTOS

Economista Gabriel Paute Peña, Presidente del GAD parroquial de El Valle.

Ing. Xavier Marcelo Arévalo Moscoso, Compañero de Maestría y Trabajo de Titulación.

Ing. Juan Avilés MSc, Director de Tesis

Colaboradores.      Ing. Jaime Leonardo Criollo

Ing. Mauricio Alejandro Amoroso

Ing. Luis Enrique Quishpe

Ing. Julio Andrés Fiallos.

Juan Andrés Prieto Centeno



## DEDICATORIA

Este logro tan importante en mi vida lo quiero primeramente dedicar a Dios por darme fuerzas en los momentos más difíciles, a mis abuelitos Francisco Moscoso, Victoria Gomezcoello, Cesáreo Arévalo y Marieta Moscoso, por todo el amor y el cariño que me han brindado a lo largo de la vida, a mis primos Christian Moscoso, Daniel Moscoso y Andrés Moscoso porque muy aparte de ser mis primos se convirtieron en mis hermanos, con los cuales compartí los mejores y mas felices momentos de mi existencia, a mi tío René Moscoso, que ha sido mi ejemplo para seguir está hermosa carrera, y que desde el cielo velan por mi bienestar y el de toda mi familia. Agradecer también a mis padres Vicente Arévalo y Cecilia Moscoso mis hermanos Mauricio y Verónica, mis sobrinos Victoria y Alejandro porque son mi razón de ser, mi fuente de inspiración y de motivación, mis pilares fundamentales para poder alcanzar mis metas, así también a mi novia Pamela por ayudarme y brindarme su apoyo para poder culminar este proyecto de titulación.

**Ing. Xavier Marcelo Arévalo Moscoso.**



UNIVERSIDAD DE CUENCA

## DEDICATORIA

A Segundo José, Susana Beatriz, Ximena Marisol, Susana Catalina y Paul Xavier.

A familiares por el ejemplo mostrado, valores inculcados, apoyo incondicional y motivación constante.

A amigos por su generosidad y buena disposición de ayuda.

*«Será mejor o peor, jamás igual.»*

Juan Andrés Prieto Centeno.



## 1. CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Este capítulo corresponde a toda la información general del proyecto, en el que se detalla la línea base del proyecto, los objetivos tanto generales como específicos, el alcance, la ubicación y justificación del presente estudio vial.

### 1.1 ANTECEDENTES

El cantón Cuenca y por ende la parroquia de El Valle, durante los últimos años ha presentado un importante crecimiento poblacional y a su vez económico, producido principalmente por las diversas actividades tanto industriales, agroindustriales y ganaderas de la zona, lo que implica que cada año exista una mejor calidad y cobertura de los servicios básicos para la población, entre ellos, los relacionados a la vialidad y transporte.

La vía Centro Parroquial, Santa Catalina, El Despacho, Santa Sofía y Guncay en la actualidad no presenta un trazado uniforme respecto a su geometría, así también, existen leves deformaciones y baches a nivel de su calzada misma que se encuentra lastrada en casi toda su longitud. Las cunetas están hechas del mismo material de mejoramiento sin ningún criterio técnico y que en gran parte de la longitud de la vía no existe alcantarillado sanitario ni fluvial. El ancho promedio de la calzada es de 6 m, existen tres puentes cuya luz no supera los 7 m. Las pendientes son variables debido a que está en un terreno montañoso cuya altura va desde los 2506.69 m hasta los 2559.64 m (desnivel de 52.95 m), presenta curvas en casi todo su trazado y en algunos casos son muy pronunciadas, otro aspecto es la presencia de alumbrado público en toda la vía y las viviendas demasiado colindantes a la vía. El trazado actual presenta una longitud aproximada de 3 Km.

Por lo antes expuesto, el Gobierno Autónomo descentralizado Parroquial de El Valle, con la finalidad de buscar el bien común de sus habitantes, se encuentra encaminado en mejorar el estado de la vía, para lo cual son necesarios los estudios a nivel definitivo.

El GAD Parroquial de El Valle proporcionó insumos necesarios para la ejecución del proyecto estos son: el levantamiento topográfico, incluyendo en el mismo el deslinde predial de la zona, los estudios de mecánica de suelos que servirán para el estudio de la estructura del pavimento y el diseño de muros de contención.

#### 1.1.1 INFORMACIÓN GENERAL

##### DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO

La vía Centro Parroquial - Guncay se localizan en la Parroquia de El Valle, cantón Cuenca, Provincia del Azuay, se ubicada en la parte sureste respecto a la ciudad de Cuenca, lindando con la parte urbana de la misma.

Presenta una altura aproximada de 2530 msnm; el centro parroquial de El Valle se ubica a 5 kilómetros de la ciudad de Cuenca. De acuerdo a los circuitos administrativos de planificación (SENPLADES, 2012) la parroquia de El

Valle se distribuye en dos circuitos 01D02C18 y 01D02C19 con código distrital 01D02 formando parte de la provincia del Azuay que junto con las provincias de Cañar y Morona Santiago constituye la zona 6 de planificación. Presenta una altura promedio de entre los 2500 msnm y los 2780 msnm.

Los pobladores en su mayor parte se dedican a la agricultura y ganadería. El área del proyecto se encuentra en una zona montañosa.

En la figura 1 se aprecia el proyecto vial y su demarcación en la zona de estudio.

### LÍMITES

La parroquia de El Valle limita al norte con el cantón Cuenca y la parroquia Paccha, al sur con las parroquias de Tarqui y Quingeo, al este con la parroquia de Santa Ana y Paccha y al oeste con la parroquia de Turi.

La vía en estudio atraviesa las comunidades de Guncay, El Despacho, Santa Catalina y el Centro urbano parroquial de El Valle como se aprecia en la ilustración 1:



Figura 1 Ubicación del proyecto  
Fuente: (AutoCAD Civil 3D, 2017)

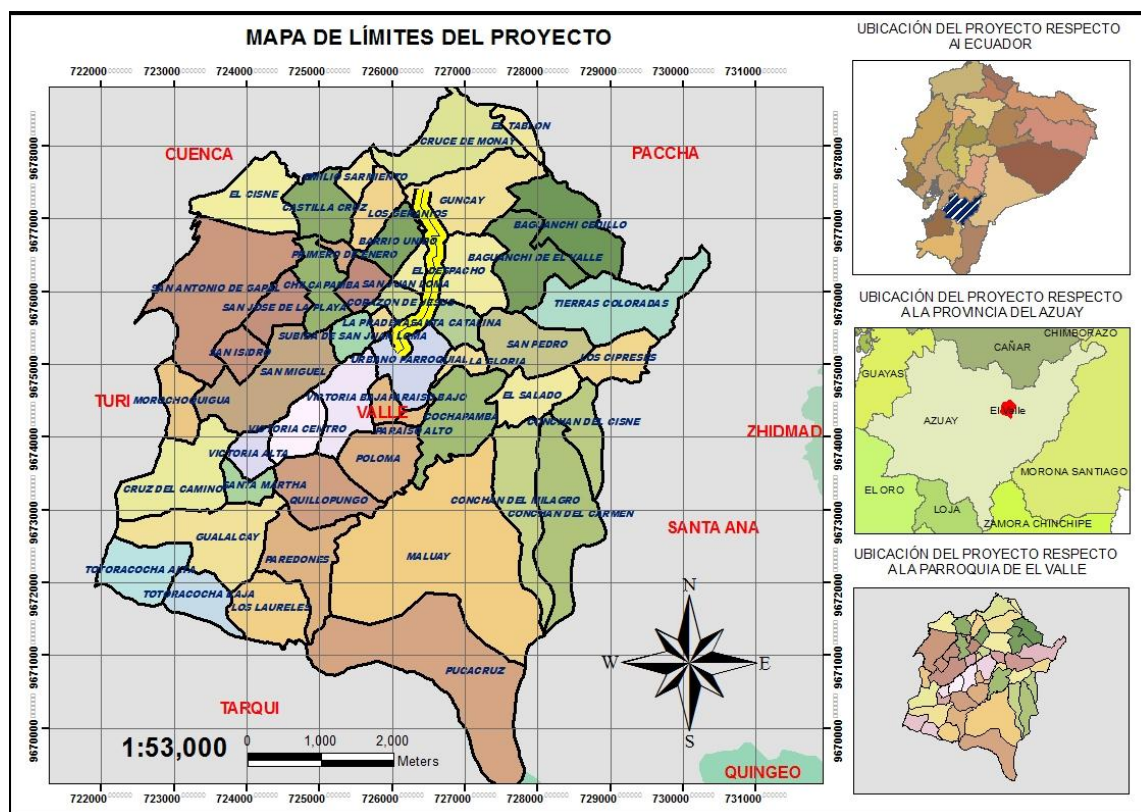


Ilustración 1 Mapa Límites del proyecto

## POBLACIÓN; TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

De acuerdo al Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2010 la parroquia de El Valle tiene una población de 24314 habitantes; la tasa de crecimiento anual 2001-2010 para la parroquia de El Valle es de 2,92%. La densidad poblacional de acuerdo al Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015 es de 564.8 hab/km<sup>2</sup>. De acuerdo a la tabla 1 se tiene las tasas de crecimiento poblacional según el sexo como se muestra:

Tabla 1 Población y tasas de crecimiento de la parroquia de El Valle  
Fuente: (Toledo, 2015)

Población	Hombre	Mujer	Total
	11,489	12,825	24,314
Tasa de crecimiento	3.11	2.76	2.92

En la tabla 1, la tasa de crecimiento de hombres es mayor a la de mujeres aunque la población de mujeres sea mayor a la de hombres.

## SUELO

El tipo de suelos presentes en la parroquia El Valle recoge la clasificación agrológica realizada por el MAGAP y UMACPA. Dicha clasificación define la aptitud del suelo para la producción agropecuaria o forestal.



## CLASES AGRÍCOLAS Y APTITUD DEL SUELO

Dentro de este punto se analizarán las clases de suelo existentes en la parroquia, considerando la aptitud agrícola, pecuaria, forestal o de conservación. Estos tipos de suelo vienen del análisis de parámetros como la erosión, suelo, humedad y clima. En la tabla 2 se puede apreciar las diversas clases de suelo presentes en la parroquia de El Valle, su la aptitud, su extensión y el porcentaje que representan (Toledo, 2015).

**Tabla 2 Clases de suelo**  
Fuente: (Toledo, 2015)

Clase	Aptitud	Extensión (ha)	%
III	Agrícola, Pecuaria, Agropecuaria o Forestal con ligera o moderadas limitaciones.	29,80	0,676
IV	Agrícola, Pecuaria, Agropecuaria o Forestal con severas limitaciones.	733,58	16,65
VI	Agrícola, Pecuaria, Agropecuaria o Forestal con muy severas limitaciones.	264,003	5,99
VII	Aprovechamiento Forestal	1536,49	34,88
VIII	Conservación	1840,54	41,79
Sin uso agropecuario	Sin uso agropecuario	0,001103	0,000025
		4404,43	100

De lo mostrado en la tabla 2, el área de conservación (1840.54 ha) así como de aprovechamiento forestal (1536.49 ha) en la zona ocupan la mayor extensión de terreno (76.59%), mientras que las áreas agrícolas, pecuarias, agropecuarias o forestales (1027.38 ha) así como las de sin uso agropecuario, su área de extensión representa un 23.31%.

## USO Y COBERTURA DEL SUELO

Esta es una clasificación de todas las actividades hechas por el hombre sobre la cobertura del suelo, parcial o permanente, intentando cambiarla o preservarla, para obtener productos y beneficios. La tabla 3 define el uso y cobertura del suelo de la parroquia EL Valle.

**Tabla 3 Tipos de suelo y cobertura**  
Fuente: (Toledo, 2015)

Cobertura	Uso	Descripción	Área (ha)	%
Agropecuarias	Agrícola	Cultivos de ciclo corto	327,73	7,44
		Maíz		
	Agrícola – conservación y protección	50% Cultivos de Ciclo Corto	2,138	0,048
		50% Vegetación Arbustiva		
	Agropecuario mixto	70% maíz/30% pasto cultivado	3514,012	79,78
		70% pasto natural / 30% maíz		
	Agropecuario forestal	70% bosque intervenido	560,54	12,72
30% pasto cultivado				
Bosques (tierra forestal)				
Total			4404,43	100

La figura 2 muestra en porcentaje la cobertura de suelo en la Parroquia El Valle.

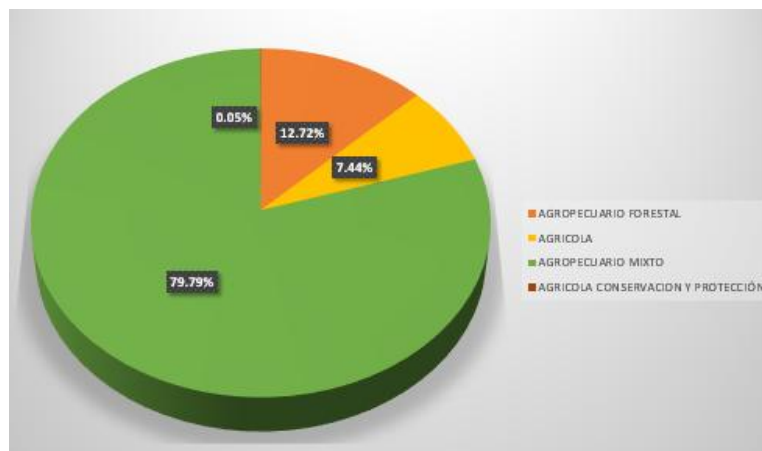


Figura 2 Cobertura del suelo  
Fuente: (Toledo, 2015)

Como se aprecia en la tabla 3 y la figura 2, en lo concerniente a la cobertura agropecuaria, el uso agrícola mixto ocupa la mayor área siendo de 3514.012 ha (79.79%) mientras que las de uso agrícola llegan a 3289.868 ha (7.48%). En la parte de cobertura de bosques, el uso agropecuario forestal ocupa un área de 560.54 ha (12.72%). El uso de suelo de la parroquia de El Valle donde la zona en que se localiza el proyecto es del tipo agropecuario mixto como se presenta en la ilustración 2:

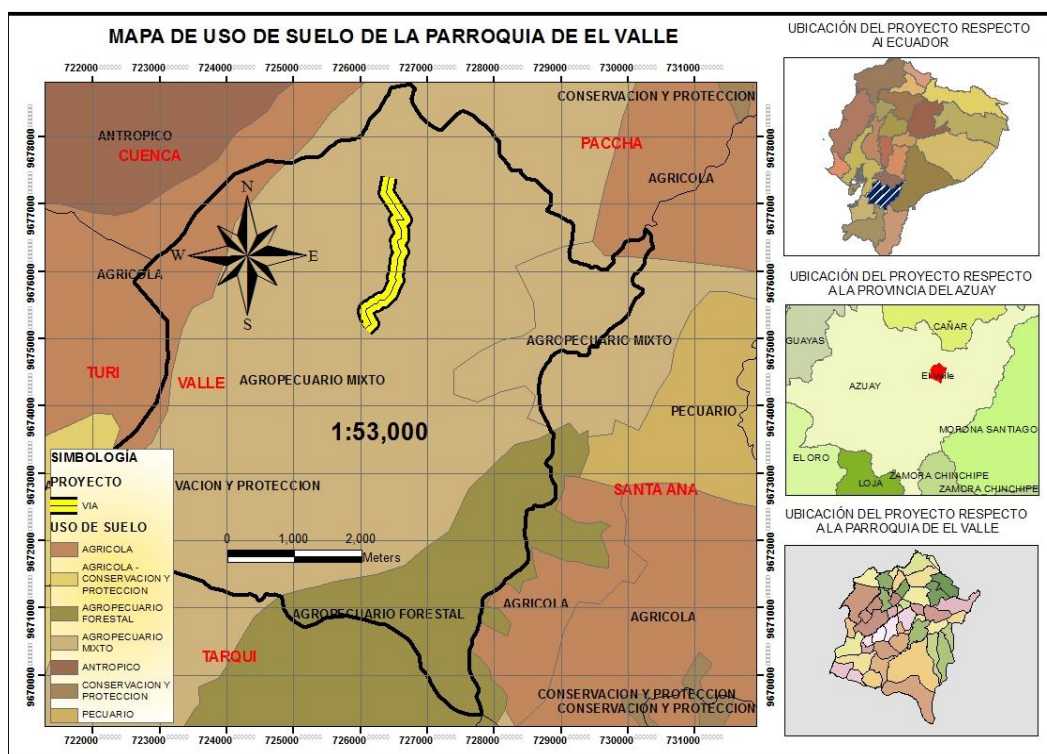


Ilustración 2 Mapa Uso De suelo



En la ilustración 2 se aprecia que el área ocupada por el uso agropecuario mixto es la que más predomina en la parroquia de El Valle (3514,012 ha) mientras que en un área de uso menor se encuentran las de agrícola (327,73, ha), agropecuario forestal (560,54 ha) y agrícola conservación y protección (2,138 ha).

## GEOMORFOLOGÍA

Como indica el Plan De Desarrollo Territorial de El Valle 2015 (Toledo, 2015), está presente en la parroquia los relieves interandinos cuya descripción y área ocupada se describe en la tabla 4 :

Tabla 4 Geomorfología  
Fuente: (Toledo, 2015)

Geomorfología	Descripción	Área (ha)	%
Relieves interandinos	Relieves de los fondos de cuencas	3383,84	76,82
	Vertientes y Relieves Superiores de las cuencas interandinas	1020,58	28,18
Total		4404,43	100

Los relieves de los fondos de las cuencas ocupan mayoritariamente la zona con un área de 3383.84 ha mientras que las vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas ocupan un área de 1020.58 ha.

- **Relieves Interandinos**

Localizado en la vertiente hacia el Atlántico cuya altitud varía entre los 2300 a 3000 msnm. Existe una topografía irregular de pendientes variables, definidos por los cauces de ríos, quebradas y cerros. Prevalecen pendientes de hasta un 30%.

- **Relieve de los fondos de las cuencas**

Presenta regiones entre planas y ligeramente inclinadas, se agrupa en la parte norte de la parroquia donde se localiza el estudio. Ocupa un área de 3383,84, que significa un 76,82% del territorio parroquial.

- **Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas**

Existente en la parte sur de la parroquia. Se aprecian ecosistemas de Bosque verde. Se encuentra en un área de 1020,58 ha, que representa un 23.18% del territorio parroquial (Toledo, 2015).

## PENDIENTES

La mayor parte de la superficie de El Valle predominan las pendientes entre 12 a 30% con un 44.56% de su extensión total. A continuación le siguen las pendientes de entre un 30 a 50% que corresponde a un 38.33% del área total parroquial; las pendientes de entre 0 a 12% representan un 17.04% de su área total y por último están las pendientes mayores a 50% representando un 0,07% de la superficie total parroquial (Toledo, 2015).

La ilustración 3 describe las curvas de nivel de la parroquia de El Valle conjuntamente con el emplazamiento del proyecto. Presenta un relieve montañoso con cotas que van de los 2500 msnm hasta los 3000 msnm:

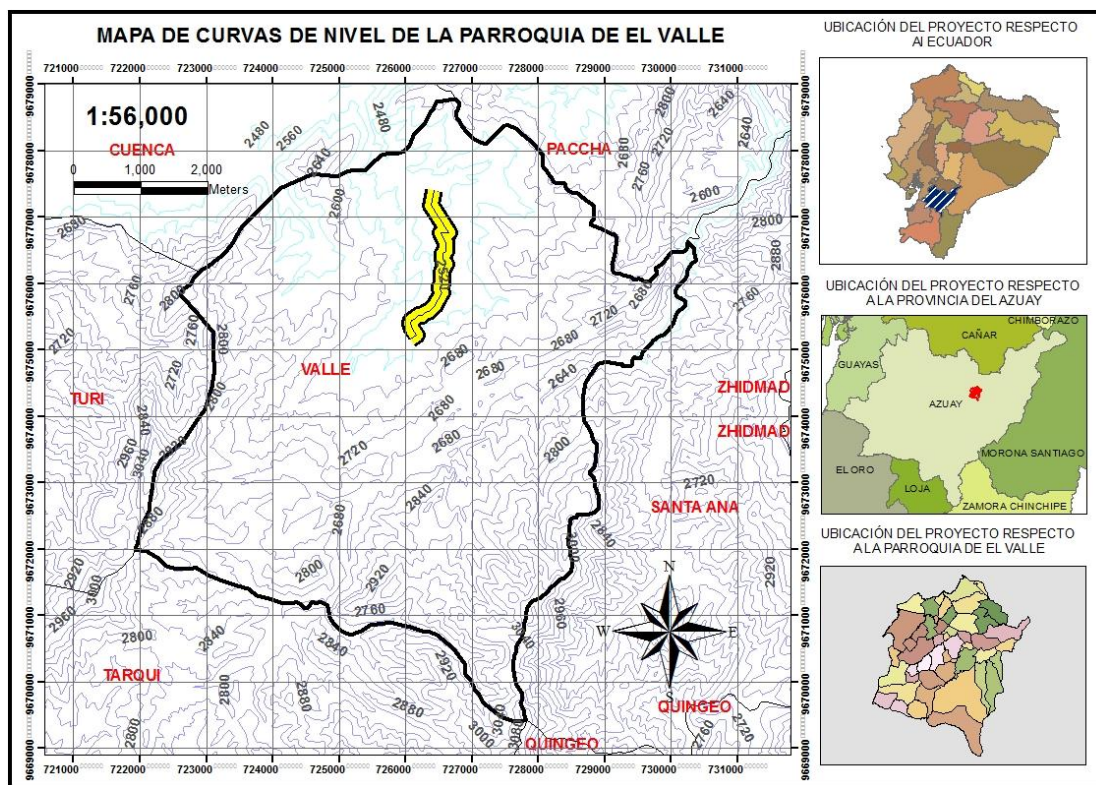


Ilustración 3 Mapa Curvas De Nivel

La región colindante con la parroquia de Quingeo, es decir en la parte sur respecto a la parroquia se encuentra presente las zonas de mayor altitud de la parroquia, en tanto que en la parte cercana al centro urbano de la ciudad de Cuenca, es decir la parte norte respecto a la parroquia, se encuentra las regiones más bajas:

## FAUNA

En cuanto a la fauna esta se encuentra dentro del piso zoogeográfico alto andino, las especies que aquí se hayan se adaptan a diferentes hábitats, como potreros con presencia de ganado vacuno. Y remanentes de bosques secundarios, ubicados en quebradas y bordes de caminos. Cabe mencionar que la parroquia de El Valle se encuentra conformada por pastizales artificiales los que determinan la fauna existente en el sitio.

Las variedades de fauna presentes en la zona se detallan en la tabla 5:

Tabla 5 Fauna de la parroquia de El Valle  
Fuente: (Toledo, 2015)

Fauna de la Parroquia de El Valle			
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común
Mamíferos			
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis pemigra	Zarigüeya andina de orejas cortas
Lagormorpha	Leporidae	Sylvilagus brasiliensiis	Conejo silvestre
Rodentia	Cricetidae	Akodon mollis	Ratón campestre
	Erestrabomantidae	Coendou quichua	Puerco espín
	Muridae	Rattus rattus	Rata negra
		Mus musculus	Ratón doméstico
Carnivora	Mephitidae	Conepatus semstriatus	Zorrilo
	Mustelidae	Mustela frenata	Comadreja andina
Chirpotera	Vespertillonidae	Histiotus montano	Murciélago andino
	Mephitidae	Conepatus semistriatus	Zoriilos
Aves			
Apodiformes	Trochilidae	Eriocnemis	Zamarrito colilargo
		Lesbia victoria	Colacintillo colinegro
		Colibrie coruscans	Orijivioleta ventriazul
		Aglaeactis cupripennis	Rayito brillante
		Lafresnaya lafresnayi	Colibri terciopelo
Passeriformes	Formicariidae	Grallaria quitensis	Gralaria leonada
	Furnaridae	Synallaxis azarae	Colaespina de Azara
	Tyrannidae	Myiotheretes striaticollis	Alinaranja golilistada
	Corvidae	Cyanolyca turcosa	Urraca Turcosa
	Turdidae	Turdus fuscater	Mirlo grande
	Troglodytidae	Troglodytes aedon	Sotorrey criollo
	Hyrundinidae	Nothiochelidon murina	Golondrina ventricafe
	Thraupidae	Diglossa humeralis	Pinchaflor negro
		Hemispingus superciliaris	Hemispingo superciliado
	Emberizidae	Phrygilus unicolor	Frigilo plumizo
Zonotrichia capensis		Chingolo	
Fringillidae		Carduelis megallencia	Jilguero encapuchado
Falcoiformes	Accipitridae	Geranoaetus melanoleucus	Águila pechinera
	Falconidae	Falco sparverius	Cernícalo americano
Psittaciformes	Psittacidae	Pionus seniloides	Loro goriiblanco
Strigiformes	Strigidae	Asio flameus	Buho orejicorto
	Tytonidae	Tyto alba	Lechuza de campanario
Ciconiformes	Cathartidae	Coragyps atratus	Gallinazo negro
Columbimorfes	Columbidae	Zenaida auriculata	Tórtola orejuda
Anfibios			
Anura	Hemiphractidae	Gastrotheca pseeustes	Rana marsupial de San Lucas
		Gastrotheca plumbea	Rana marsupial bromelicola
	Strabomantidae	Pristimantis riveti	Cutin de Despax
		Pristimantis w-nigum	Cutin Coalita
Reptiles			
Squamata	Tropiduridae	Stenocercus festae	Lagartija de festa
	Colubridde	Philodrvas simonsii	Culebra

De lo mostrado en la tabla 6 se aprecia una gran diversidad de especies, tanto nativas como introducidas, mismas que habitan en la parroquia a lo largo de toda su extensión, siendo un área ambiental de gran valor para la región.

## FLORA

La vegetación que se encuentra en la parroquia de El Valle, ha sido muy afectada sea por el desbroce o la quema, siendo en la actualidad empleada para el uso del ganado vacuno y equino (Toledo, 2015). La tabla 6 indica los tipos de cobertura vegetal de la parroquia de El Valle:

Tabla 6 Vegetación de la parroquia de El Valle

Fuente: (Toledo, 2015)

Cobertura vegetal de la parroquia El Valle		
Unidad	Hectárea	%
Bosques Nativos	480,30	10,90
Plantaciones Forestales	95,94	2,17
Matorrales	84,40	1,91
Pastos	80,35	1,82
Mosaico de cultivos, pastos, vegetación leñosa y arbustiva	3285,89	74,60
Erosión	41,08	0,93
Complejo Fluvial	119,46	2,71
Área en proceso de consolidación urbana	40,85	0,92
Área consolidada en pendientes	16,95	0,38
Antiguo y nuevo relleno sanitario	6,01	0,13
Subestación eléctrica	2,26	0,05
Áreas arqueológicas	119,45	2,71
Cuerpos de Agua	7,70	0,17
Lotización exterior	23,73	0,53
Total	4404,43	100%

La tabla 5 muestra que los cultivos, pasto, vegetación leñosa y arbustiva ocupa la mayor parte de la cobertura vegetal (3285.89 ha) seguido de los bosque nativos (480.30 ha) así como las áreas arqueológicas (119.46 ha) conjuntamente con el complejo fluvial (119.46). La restante cobertura vegetal en la parroquia ocupa en conjunto 399.27 ha

## CLIMA GENERAL DE LA ZONA

En esta zona el clima es ecuatorial mesotérmico semihúmedo. La temperatura media oscila entre 12 y 20°C, siendo las más elevadas en los meses de marzo y septiembre, mientras que las más bajas ocurren entre junio y julio (Toledo, 2015).

## RED VIAL PARROQUIAL

La red vial de la parroquia de El Valle para el año 2015 presenta una longitud de 428.22 km de vías de los cuales 267.48 km son competencia del GAD provincial, cantonal y estatal y los 160.73 km restantes corresponden a senderos. El Gobierno Provincial por delegación de vías estatal, dentro de la parroquia de El Valle debe atender 9.28 km de vía, la misma cruza la parroquia de oeste a este y conecta la ciudad de Cuenca con la parroquia de Santa Ana. Además de los 9.28 km de vialidad principal, el GAD provincial debe también atender la red vial rural de

252.59 km, que corresponde a 115.58 km de vías de tercer y cuarto orden y 137.01 km de rodaderas. La vialidad que debe atender el gobierno Municipal de Cuenca corresponde a 5.61 km, como se detalla en la tabla 7:

Tabla 7 Red vial parroquial  
Fuente: (Toledo, 2015)

Comunidad	Ancho (m)	Longitud tramos (m)
Urbano Parroquial	6,0 – 10,0	5220,05
Santa Catalina	10	157,1
Paraíso Alto	8,20 – 10,0	104,38
Paraíso Bajo	10	82,99
La Pradera	10	38,06
El Despacho	10	7,07
Total		5609.65

La parte urbano parroquial representa la mayor longitud a ser atendida por el GAD municipal de Cuenca (5220.05 m), seguido de las comunidades de Santa Catalina (157.1 m) y el paraíso alto (104.38 m). La restante longitud a ser atendida representa una longitud de 128.12 m. La tabla 8 detalla el total de la red vial que conforma la parroquia de El Valle y las competencias a las que corresponde:

Tabla 8 Red vial parroquial  
Fuente: (Toledo, 2015)

Delegación de Competencia	Longitud (km)	Porcentaje %
Sistema Vial estatal	9,28	2,17
Sistema Vial Provincial	115,59	26,99
Roderas	137,01	31,99
Senderos	160,73	37,54
Sistema vial Cantonal	5,61	1,31
Total	428,22	100,00

## 1.2 OBJETIVO GENERAL

Realizar el mejoramiento de la vía Centro Parroquial, Santa Catalina, El Despacho, Santa Sofía y Guncay de la parroquia de El Valle en cumplimiento con la normativa vigente en Ecuador.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la mejor alternativa de diseño geométrico de la vía centro parroquial – Guncay en base a la topografía de la vía en la actualidad.
- Determinar la estructura del pavimento de la vía en función de los estudios geotécnicos efectuados en el sitio.
- Evaluar hidrológicamente la zona del proyecto para establecer la ubicación y dimensiones de alcantarillas y comprobar las dimensiones de las cunetas para el drenaje vial.
- Estimar la funcionalidad e impacto a la circulación actual y futura de la vía mediante estaciones de conteo vehicular.



- Establecer el tipo y las zonas para la señalización tanto horizontal como vertical e implementar islas de autobuses.
- Determinar la viabilidad financiera del proyecto a lo largo de los años de vida útil con el empleo del presupuesto de obra, mantenimiento y al ahorro generado por la vía.
- Calcular las cantidades de obra, elaborar el análisis de precios unitarios con los diferentes rubros que componen el proyecto y obtener un presupuesto total para su construcción con los precios unitarios actualizados para cada componente y comparar económicamente la mejor alternativa.

#### 1.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO

La vía Centro Parroquial - Guncay se encuentra en la parroquia de El Valle partiendo desde la intersección que conduce al centro parroquial con la vía a El Valle – Santa Ana y llegando al puente que lleva a la vía Monay, Baguanchi, Paccha. La vía se ubica al sur del Ecuador, en relación al cantón Cuenca se encuentra en la parte sur y al este de la cabecera parroquial. Las coordenadas del proyecto (UTM, WGS 84 zona 17 S) se pueden apreciar en la tabla 9:

Tabla 9 Coordenadas del proyecto

COORDENADAS DEL PROYECTO			
Ubicación	Longitud	Latitud	Altitud
Inicio (intersección vía al Valle)	726069.65	9675159.08	2559 msnm
Fin (Guncay)	726424.17	9677401.44	2506 msnm

La figura 3 corresponde a la ubicación del proyecto respecto al cantón Cuenca y a la cabecera parroquial:



Figura 3 Ubicación del proyecto  
Fuente: (AutoCAD Civil 3D, 2017)

La ubicación del proyecto con respecto al país y a la provincia se puede apreciar en la ilustración 4:

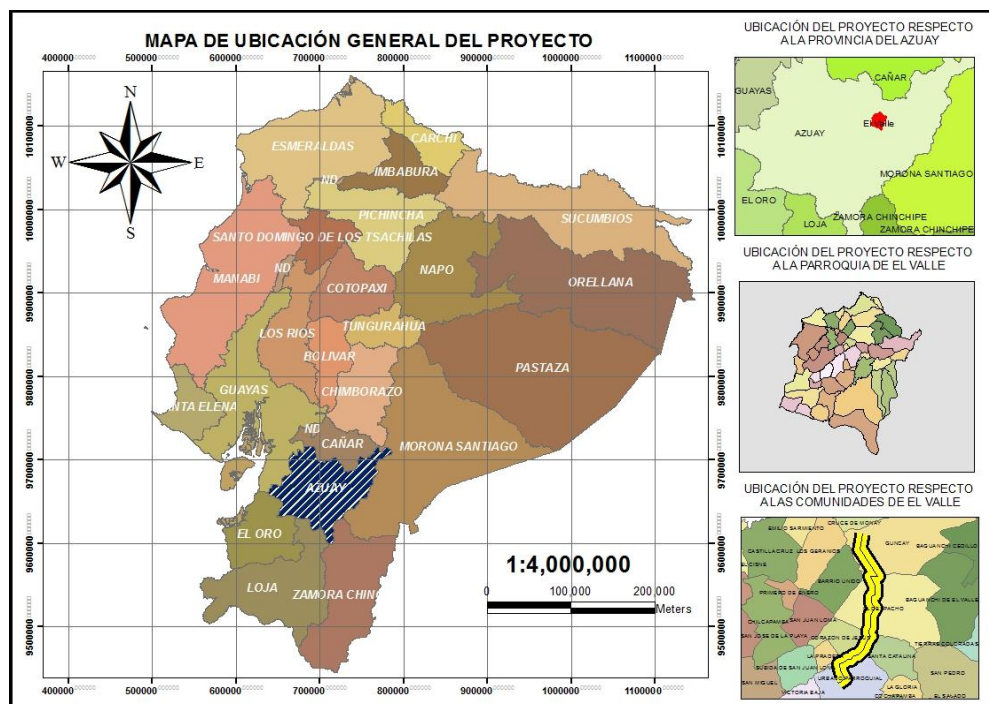


Ilustración 4 Mapa Ubicación del proyecto

## 1.5 ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del presente estudio vial es a nivel de diseños definitivos, mediante la firma de un convenio marco específico entre el GAD parroquial de El Valle y el centro de Postgrados de la Universidad de Cuenca. Se contempla dos aspectos principales, el primero es la recopilación de información en campo (levantamiento topográfico, deslinde predial, conteo volumétrico, encuestas, muestras de suelo y ensayos en laboratorio) y la segunda el trabajo de gabinete, donde se elaborará el estudio vial que servirá como proyecto de titulación en la Maestría en Ingeniería en Vialidad y Transportes.

## 1.6 JUSTIFICACIÓN

La red vial de la parroquia de El Valle en la actualidad presenta fallas tanto en su diseño geométrico como en su estructura, lo que ocasiona dificultades a los habitantes para acceder a las diferentes comunidades y sectores de la zona, aumentando los tiempos de viaje e incomodidades a los usuarios de las mismas. Es el caso de la vía Centro Parroquial - Guncay, considerada de especial relevancia pues sirve como un acceso alternativo a la parroquia, y que con la ejecución de este proyecto los habitantes y la parroquia en si se verán beneficiados aumentando su calidad de vida, disminuyendo costos de operación y mantenimiento, potencializando el comercio la economía y el turismo y sobretodo brindando al usuario una vía de primer orden cumpliendo con normativas y parámetros de seguridad.



## 2. CAPÍTULO 2. DISEÑO GEOMÉTRICO

Este capítulo tratará todos los aspectos relacionados al diseño geométrico de la vía a mejorar, en los que se detallan el trazado del eje, antecedentes, diseño geométrico, sección transversal, diseño de islas para buses y el replanteo topográfico.

### 2.1 TRAZADO Y VARIANTES EN EL EJE VIAL

Los estudios para la apertura de una vía se relacionan con las siguientes etapas (Durán, 2014):

- A. **Reconocimiento.** Consiste en determinar a nivel general la ruta o rutas posibles de unión entre dos puntos primarios.
- B. **Trazado preliminar.** Se escoge la mejor ruta, se realiza un levantamiento topográfico de precisión de la zona o franja del terreno actual.
- C. **Proyecto.** Se realiza los diseños de la planta y perfil de la vía.

#### 2.1.1 RECONOCIMIENTO

Esta fase es de gran importancia porque se influyen factores como el trazado adecuado de la vía, los costos de construcción y operación, para realizar un correcto análisis se considera sin duda el acopio de datos, estudios de planos, poligonales de estudio y reconocimientos terrestres y aéreos.

- **Puntos Obligatorios.** Se refiere a los sitios externos o intermedios por los que necesariamente pasará la vía, ya sea por razones técnicas, económicas, sociales o políticas
- **Puntos Secundarios.** Cruce de ríos, cruce con otras vías, zonas estables, caseríos, etc.

#### 2.1.2 TRAZADO PRELIMINAR

- Se recomienda realizar una franja topográfica con escala 1:1000 con curvas de nivel cada metro.
- La colocación del polígono deberá seguir la ruta seleccionada
- En rectas las abscisas serán cada 20 m y en curvas cada 10 m.
- En puntos característicos  $P_c$  (punto de inicio de curva),  $P_t$  (inicio de tangente o fin de curva),  $P_i$  (punto de intersección de tangentes principales), se determinará una sección transversal en cada una de estas abscisas.



### 2.1.3 PROYECTO

- **Trazado horizontal.** Lo primero en realizar es la línea de ceros, después el trazo de las tangentes, y luego la unión con curvas para así determinar el eje de la vía, que sería la proyección real o espacial sobre un plano horizontal que está constituido por tramos rectos denominados tangentes y en lanzados entre sí mediante curvas circulares.

**Línea de Ceros.** (Línea de Pendiente), está destinada a pasar por los puntos obligados, en su trayecto conserva la pendiente uniforme especificada y que de coincidir con el eje de la vía, este no generaría ni cortes ni rellenos. La normativa establece que las pendientes más bajas posibles sería en valor absoluto  $\pm 0.5 \%$ , con la finalidad de desarrollar longitudes más grandes y recorrer mayor distancia, a su vez la pendiente máxima es de  $\pm 12 \%$  en valor absoluto (MTOP, 2003). La ecuación 1 muestra el cálculo para la línea de ceros:

$$W = \frac{D}{\%G/100}$$

*D = Desnivel entre dos curvas de nivel consecutivas*

*W = abertura del compás para ser tomada según la escala del mapa*

*% G = Gradiente a ser considerada en porcentaje*

*Nota: Si el desnivel entre dos curvas consecutivas es de 1 metro, D será = 1*

Ecuación 1 Línea de ceros

Fuente: (MTOP, 2003)

- **Trazado vertical.**

El alineamiento en perfil, es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo, a este eje se lo denomina subrasante o rasante. Al igual que el alineamiento horizontal, en el alineamiento vertical está compuesto por tangentes enlazadas entre sí por curvas verticales.

Pendientes máximas, se las considera en base a volumen de tránsito futuro, tipo de terreno, velocidad de diseño, la pendiente mínima, se las considera en base a drenaje superficial longitudinal, pero en ningún caso la línea de la rasante no deberá ser menor de 0,5%.

- **Presupuesto de obra.**

Un presupuesto de obra es aquel que por medio de mediciones, cantidades y valoraciones da un costo de la obra a construir, dicho valor estimado será acorde a la realidad.

## 2.2 ANTECEDENTES

La vía a realizarse involucra los sectores del Centro Parroquial - Guncay, por el que transitan peatones, vehículos comerciales y particulares, actualmente posee demasiadas limitaciones y carece de capa de rodadura; al existir un trazado preliminar, la intención del proyecto consiste en realizar los estudios para mejorar las características de la vía, y así en un futuro, cuando se ejecute su construcción, los usuarios cuenten con una vía en óptimas condiciones que les brinde seguridad y confort.

- **Parámetros de la Dirección de Planificación del GAD Municipal del Cantón Cuenca.**

- a) El trazado del eje del proyecto está enfocado al eje de la vía planificada por la Unidad de Ordenamiento Territorial mediante la Dirección de Planificación.
- b) El ancho de la calzada será de 12 y 14 metros, con dos carriles totales, para cada sentido se utilizará 1 carril. Los carriles tendrán un ancho de 4.5m y de 5.5m.
- c) Se estimó necesario dejar 1.5 metros de veredas para la circulación peatonal y 1 metro para vegetación, estos estará incluido dentro del ancho total de la vía, y se considerara en solo uno o dos lados según criterio de diseño. El esquema de la sección tipo se detalla en el numeral 2.5 Sección transversal de diseño.

## 2.3 TOPOGRAFÍA

Se considera indispensable un sistema de referencia convencional para así poder determinar coordenadas cartesianas sobre la tierra (X, Y, Z), donde:

- Eje X: Opta la dirección del plano meridiano de Greenwich.
- Eje Y: Contenido en el plano Ecuador y es perpendicular al Eje X.
- Eje Z: Será el eje de rotación terrestre.

En la figura 4 se indica los tres ejes que formaran una tripleta dextrógira (Furones, 2010).

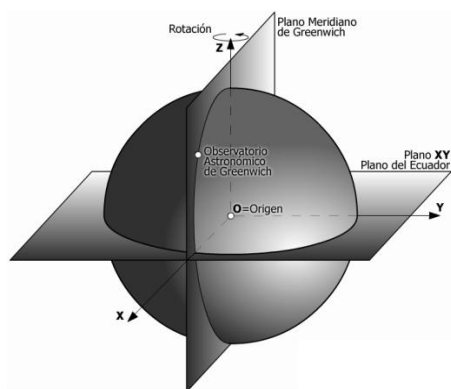


Figura 4 Aproximación Esférica de la Tierra  
Fuente: (Furones, 2010)

El conjunto de parámetros que definen la posición de un elipsoide respecto a la tierra se llama Datum. Por lo tanto el sistema de referencia geodésico WGS84, World Geodetic System 1984, se obtiene a partir de posiciones dentro de la órbita de los satélites GPS ubicados como se muestra en la figura 5.

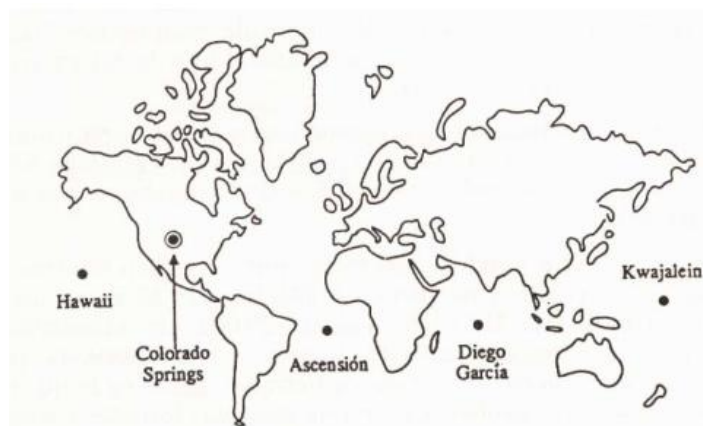


Figura 5 Localización de las 5 estaciones de control GPS originales del sistema WGS84  
Fuente: (Furones, 2010)

Los valores de sus principales parámetros del sistema de referencia geodésico WGS84 son los indicados en la ecuación 2 (Furones, 2010):

$$\begin{aligned} a &= 6378137 \text{ m} \\ J_2 &= 108262,9983 \cdot 10^{-8} \\ GM &= 3986004.418 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{sg}^2 \\ \omega &= 7293115 \cdot 10^{-11} \text{ rd/sg} \\ 1/f &= 298.257223563 \end{aligned}$$

Ecuación 2 Parámetros Geodésicos WGS84  
Fuente: (Furones, 2010)

WGS84 utiliza como eje Z el polo I.E.R.S., como eje X el meridiano 0 definido por el I.E.R.S. (International Earth Rotation and Reference Systems Service) y el eje Y formando la tripleta dextrógira. Además, su origen coincide con el geocentro (Furones, 2010).

### 2.3.1 TRABAJO DE CAMPO

- Levantamiento Topográfico. La franja topográfica levantada fue de 30 metros. Es decir 15 metros a cada lado del eje.
- Levantamiento Predial. Levantamiento de edificaciones es de 25 metros con respecto al eje actual de la vía.

Por medio de la estación total se levantó la poligonal abierta con 26 estaciones de intersección, además se contó con una nube de 2373 puntos y 10 puntos de referencia en el sistema de coordenadas WGS84, proyección UTM, zona 17S. Los puntos de intersección de la poligonal del proyecto se muestran en la tabla 10:

**Tabla 10 Puntos de intersección de la poligonal del proyecto**

# Estación	# Punto	Longitud	Abscisa	Norte*	Este*	Cota
1	60	86.63	0+086.630	9675172.73	726080.40	2559.65
2	97	52.16	0+138.790	9675220.50	726152.67	2560.58
3	192	60.8	0+199.590	9675266.41	726127.91	2556.45
4	261	120.18	0+319.770	9675317.04	726094.25	2552.40
5	327	122.82	0+442.590	9675437.22	726094.34	2546.24
6	392	117.75	0+560.340	9675506.09	726196.04	2541.07
7	498	152.61	0+712.950	9675559.05	726301.21	2533.51
9	590	109.05	0+822.000	9675641.25	726429.79	2531.70
10	770	389.83	1+211.830	9675737.62	726480.83	2528.36
11	885	178.66	1+390.490	9676123.51	726536.08	2529.21
12	1045	6.13	1+396.620	9676291.20	726597.70	2524.41
13	1117	85.64	1+482.260	9676296.90	726595.44	2524.12
14	1118	86.07	1+568.330	9676373.40	726556.93	2523.35
15	1147	150.22	1+718.550	9676456.97	726577.49	2524.55
16	1203	156.95	1+875.500	9676598.71	726627.22	2528.14
17	1347	31.07	1+906.570	9676735.44	726550.17	2516.42
18	1386	21.22	1+927.790	9676760.93	726567.93	2514.65
19	1448	48.45	1+976.240	9676750.83	726586.60	2519.00
20	1775	170.65	2+146.890	9676933.34	726543.88	2518.80
21	1853	105.31	2+252.200	9677016.45	726479.20	2518.41
22	1956	79.26	2+331.460	9677080.79	726432.92	2516.52
23	2093	100.6	2+432.060	9677171.90	726390.25	2515.08
24	2119	64.87	2+496.930	9677236.75	726388.91	2513.69
25	2181	171.83	2+668.760	9677404.19	726427.51	2506.11
26	2297	60.61	2+729.370	9677405.05	726366.91	2503.82

\* Datum WGS84-17S

La tabla 10 se refiere a todos los puntos empleados en la poligonal, donde consta la longitud entre cada punto, la abscisa a la que corresponde, las coordenadas georreferenciadas tanto norte como este y la altura a la que se encuentre cada punto.

Luego de procesar la información, se procedió a concatenar y transferir al Software AutoCAD Civil 3D, donde se realizó las curvas de nivel con un escala de 1:1000 con diferencia de cota de 1 metro realizando el método de interpolación de triangulación. En la ilustración 5 se detalla los puntos que se emplearon en el levantamiento topográfico donde se indica también la poligonal:

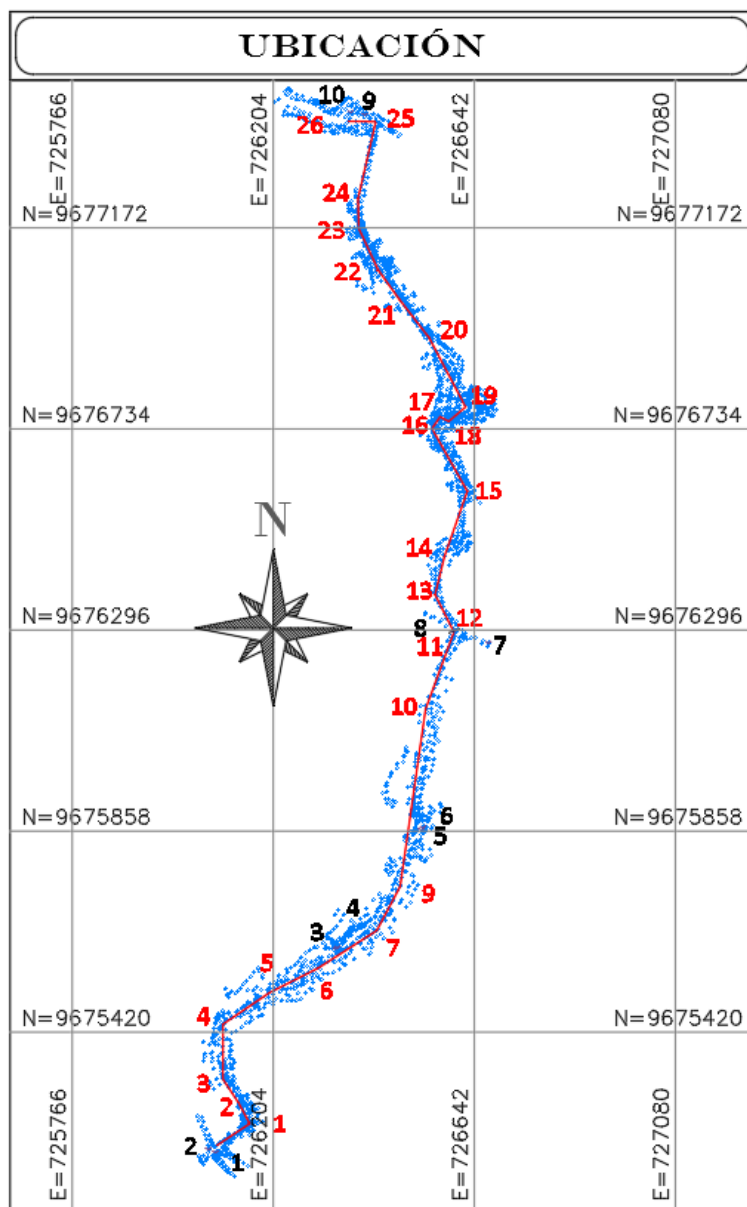


Ilustración 5 Poligonal, Puntos de Control RTK y Nube de Puntos  
Fuente: (AutoCAD Civil 3D, 2017)

Los números mostrados en color rojo en la ilustración 5 indican la numeración de los puntos de la poligonal, mientras que los de color negro representan la numeración de los puntos de referencia empleados para el levantamiento. La nube de puntos levantada con la estación total se muestra en el plano con el color azul.

## 2.4 DISEÑO PROPUESTO

Es una de las partes más importantes si se habla de una carretera, ya que a través de este diseño se establece la configuración geométrica tridimensional con el objetivo de dar a los usuarios una vía funcional, segura, cómoda, económica y compatible estéticamente con el medio ambiente.

Los factores externos que influyen en la vía son (NEVI, 2013):

- Topografía del terreno natural
- Conformación geológica
- Tráfico actual y futuro
- Climatología e Hidrología
- Desarrollos Urbanísticos
- Parámetros socioeconómicos

Los factores internos que influyen en la vía son (NEVI, 2013):

- Velocidades de diseño y velocidad de circulación
- Efectos operacionales (Visibilidad)
- Seguridad Vial (Secciones Transversales, Peralte y sobre anchos)
- Normativa existente (Tangentes intermedias, espaldones, calzada)

## PARÁMETROS DE DISEÑO

**Proyecciones del TPDA.** Se utilizaron las tasas de crecimiento proporcionadas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas para la provincia del Azuay (Urgilés, 2014). Las proyecciones del TPDA se detallan de mejor manera en el Capítulo 3 del presente documento. Las proyecciones del TPDA se presentan en la tabla 11:

**Tabla 11 Tasa de crecimiento y proyecciones del TPDA**  
Fuente: (Urgilés, 2014)

PROYECCIONES DE TPDA				
PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
2017	1049	5	92	1147
2020	1176	5	101	1283
2025	1369	6	115	1490
2030	1545	6	128	1679
2035	1716	6	139	1861
2037	1813	6	145	1964

Las proyecciones presentadas en la tabla 11 fueron hechas en base a las tasas de crecimiento vehicular para los diferentes tipos de vehículos, en este caso se tomaron a partir del año 2017 en intervalos de 5 años hasta llegar al período de diseño establecido de vida útil de 20 años (2037).

**Clasificación de la carretera.** En Ecuador, según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas existe una clasificación de carreteras según el volumen de tránsito y que se detalla en la tabla 12.

Tabla 12 Clasificación de la carretera  
Fuente: (MTO, 2003)

FUNCION	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
CORREDOR ARTERIAL	RI - RII (2)	>8000
	I	3000 – 8000
COLECTORA	II	1000 – 3000
	III	300 – 1000
VECINAL	IV	100 – 300
	V	< 100

Notas:

(1) De acuerdo al nivel de servicio aceptable al final de la vida útil.

(2) RI - RII - Autopistas.

\*MOP: actualmente es el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MTO)

En la tabla 12, al tener un TPDA al final del período de diseño de 1964 vehículos, corresponde a una clase de carretera II, por lo que en base a esta información y debido a que sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional se clasificó su función como colectora (NEVI, 2013)

**Vehículo de Diseño.** El vehículo de diseño contiene las características más representativas de todos los demás vehículos (MTO, 2003). En la tabla 13 se indica un tipo de vehículo de diseño llamado camión “Single Unit” (AASHTO, 2004) en el que se indica sus principales características:

Tabla 13 Dimensiones del vehículo de diseño  
Fuente: (AASHTO, 2004)

Tipo de Vehículo de Diseño	Símbolo	Altura (m)	Ancho (m)	Longitud (m)	Distancia delantera (m)	Distancia trasera (m)	Distancia entre ejes (m)
Camión “Single Unit”	SU	3,4 – 4,1	2,6	9,1	1,2	1,8	6,1

Cabe mencionar que el Ministerio de Transporte y Obras Públicas considera varios tipos de vehículos de diseño, más o menos equivalentes a los de la AASHTO. Para el caso de la vía en estudio, en base al conteo volumétrico realizado, se empleó los camiones de diseño tipo 2DB y 3A (NEVI, 2013). Estos tipos de camiones se detallan en el Capítulo 3 (aspectos generales del proyecto).

**Velocidad de diseño.** Se denominará a la velocidad con la que los vehículos podrán circular con seguridad sobre una vía. Se considera también como el percentil 95 de un histograma de velocidades. Viene dado según el tipo de



terreno; es de topografía llana si en el trazado del camino no gobiernan las pendientes, y es de topografía montañosa si las pendientes en el proyecto gobiernan el trazado (MTOP, 2003). La tabla 14 se indica las velocidades de diseño en (km/h) en función del relieve:

Tabla 14 Velocidades de diseño

Fuente: (MTOP, 2003)

VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)					
CATEGORIA DE LA VIA		TPDA ESPERADO	BASICA	PERMISIBLE EN TRAMOS DIFICILES	
			RELIEVE LLANO	RELIEVE ONDULADO	RELIEVE MONTAÑOSO
R-I o RII (TIPO)		> 8000	95	85	80
I	Todos	3000-8000	90	80	60
II	Todos	1000-8000	85	80	50
III	Todos	300-1000	80	60	40
IV	Tipo 5,5E,6,7	100-300	60	35	25
V	Tipo 4,4E	< 100	50	35	25

Al ser la zona de relieve montañoso y como se determinó en la tabla 12 que es una vía colectora II, por lo que en la tabla 14 se indica que la velocidad de diseño es de 50 km/h.

**Velocidad de circulación.** Es la velocidad real de un vehículo que circula por la carretera (MTOP, 2003). Esta es la velocidad para el cálculo de la distancia de visibilidad y adelantamiento. La tabla 15 se determina la velocidad de circulación para esta vía:

Tabla 15 Velocidades de circulación

Fuente: (MTOP, 2003)

Velocidad de diseño en Km/h	Velocidad de Circulación en Km/h		
	Volumen de tránsito bajo	Volumen de tránsito intermedio	Volumen de tránsito alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48

Al ser la velocidad de diseño de 50 Km/h determinado en la tabla 14, y al presentar un volumen de tránsito alto se determina en la tabla 15 que la velocidad de circulación es de 42 km/h.

**Mínima distancia de visibilidad.** Consiste en la longitud hacia adelante de la carretera que es visible al conductor para con seguridad realizar diversas maniobras (MTOP, 2003). Según la normativa ecuatoriana se debe considerar 2.5 segundos: 1,5 segundos por tiempo de percepción, y 1 segundo por el tiempo de reacción. La ecuación 3, describe la fórmula para calcular la distancia recorrida durante el tiempo de percepción más la reacción, en tanto que la ecuación 4 determina el coeficiente de fricción longitudinal y finalmente la ecuación 5 la distancia de frenado:

$$d1 = \frac{Vc * t}{3,6} = \frac{42 * (1,5 + 1)}{3,6} = 29.166 \text{ m}$$

*d1: Distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, m*

*Vc: Velocidad de circulación expresada en Km/h*

*t: Tiempo de percepción – reacción en segundos*

Ecuación 3 Distancia recorrida durante el tiempo de percepción

Fuente: (MTOP, 2003)

$$f = \frac{1,15}{Vc^{0,3}} = \frac{1,15}{42^{0,3}} = 0.374$$

*Vc: Velocidad de circulación expresada en Km/h*

*f = coeficiente de fricción longitudinal*

Ecuación 4 Coeficiente de fricción longitudinal

Fuente: (AASHTO, 2004)

$$d2 = \frac{Vc^2}{254(f \pm G)} = \frac{42^2}{254(0.374 - 0.1)} = 25.346 \text{ m}$$

*d2 = distancia de frenado, m*

*Vc: Velocidad de circulación expresada en Km/h*

*f = coeficiente de fricción longitudinal*

*G = Gradiente longitudinal del 10%,*

*Nota: se usa signo negativo para gradiente cuesta abajo, m/m*

Ecuación 5 Distancia de frenado

Fuente: (MTOP, 2003)

La distancia visibilidad de parada total es de 29.166 + 25.346 = 54.512 metros

Ahora según recomendación por el MTOP se basa en la velocidad de diseño.

La tabla 16 se emplea para determinar este parámetro en función de la velocidad de diseño:

Tabla 16 Velocidad de diseño.

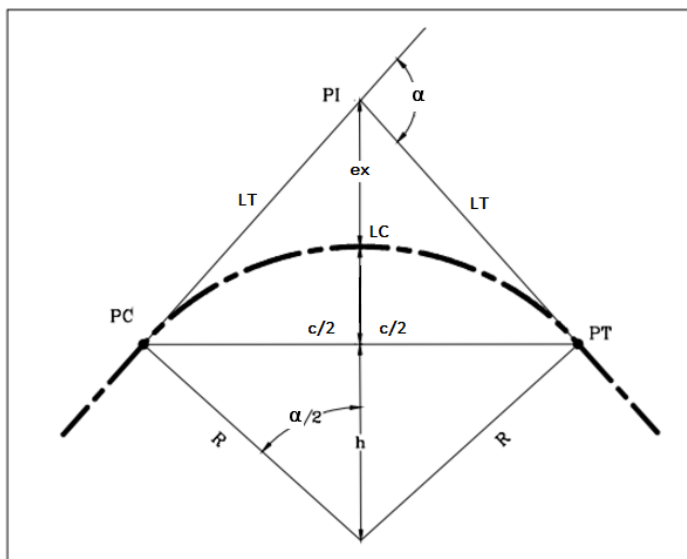
Fuente: (MTOP, 2003)

	Velocidad de Diseño (Km/h)						
	25	30	40	50	60	75	80
Distancia visibilidad para parada (m)	25	30	40	55	70	100	110

Al ser la velocidad de diseño de 50 km/h determinado en la tabla 14, se estableció en la tabla 16 que la distancia de visibilidad sea de 55 m.

### 2.4.1 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

**Generalidades del Alineamiento Horizontal.** Los elementos de las curvas horizontales se describen en la figura 6:



Donde:

- LT: Longitud de la tangente.
- LC: Longitud de la curva circular.
- α: Ángulo de deflexión de las tangentes.
- ex: External: Distancia desde el PI hasta el punto medio de la curva.
- R: Radio de la curva circular simple.
- C: Cuerda: distancia en línea recta de PC a PT.
- PI: Punto de intersección de dos tangentes consecutivas.
- PC: Punto de inicio de la curva y termina la tangente de entrada.
- PT: Punto de terminación de la curva y empieza de la tangente de salida.

$$LT = R \cdot \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$LC = \pi \cdot R \cdot \frac{\alpha}{180}$$

$$e_x = R \cdot \left(\sec\left(\frac{\alpha}{2}\right) - 1\right)$$

$$C = 2 \cdot R \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$PC = PI - LT$$

$$PT = PC + LC$$

Figura 6 Curva circular para el alineamiento horizontal

**Peralte.** El peralte (e) es una inclinación transversal de la calzada y su finalidad consiste en absorber parte del valor de la fuerza centrífuga del vehículo al momento de girar. Para el proyecto se toma un valor de peralte máximo de 8% (MTOP, 2003).

**Radio mínimo.** Es el valor más bajo posible de una curva horizontal, donde se toma en consideración la velocidad de diseño que es de 50Km/h en función del máximo peralte y el coeficiente de fricción lateral. Para obtener el coeficiente de fricción lateral se aplica la figura 7:

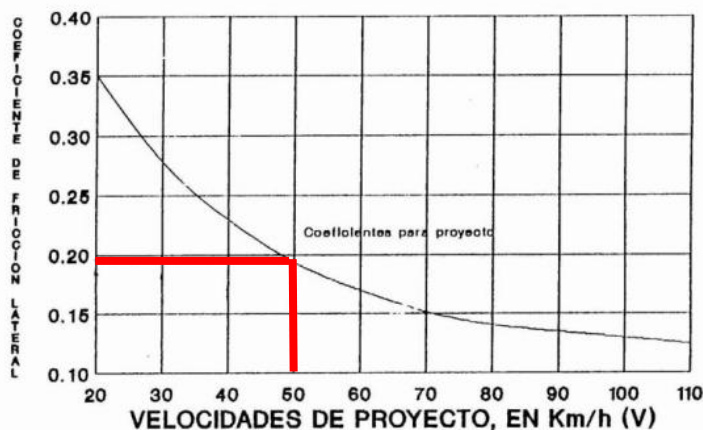


Figura 7 Coeficiente de fricción lateral  
Fuente: (MTOP, 2003)

Mediante la velocidad de 50 km/h, en la figura 7 se obtiene un coeficiente de fricción de 0.195.

Con el valor obtenido de coeficiente de fricción lateral, se obtuvo el radio mínimo se aplicando la ecuación 6 siendo este de 71.50 m:

$$R_{min} = \frac{Vd^2}{127,14(f_{max} + e_{max})} = \frac{50^2}{127,14(0,195 + 0,08)} = 71,50 \text{ m}$$

Ecuación 6 Radio mínimo calculado

Fuente: (MTOP, 2003)

Donde:  $R_{min}$ : radio mínimo para curvas horizontales, m;  $e_{max}$ : peralte máximo, m/m;  $Vd$ : velocidad de diseño, Km/h;  $f_{max}$ : coeficiente de fricción lateral seguro.

**Transición del peralte.** Consiste en un cambio gradual o transición de inclinación de la calzada para pasar la sección transversal con bombeo natural a otra con peralte. Existe tres casos que son: rotando la calzada alrededor de su eje central, alrededor de su borde interior o alrededor de su borde exterior (MTOP, 2003). Para el proyecto se empleara el primer proceso como se puede apreciar en la ilustración 6:

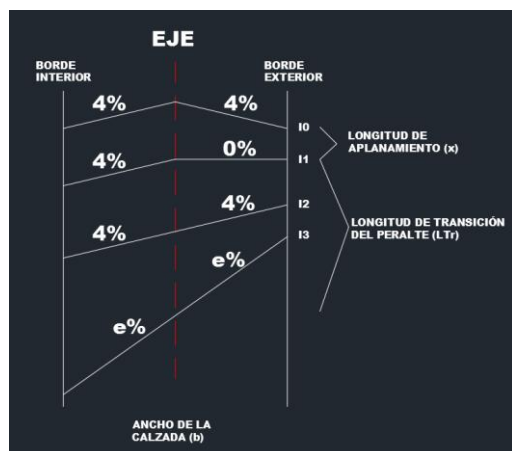


Ilustración 6 Fases de transición del Peralte (V. Transversal)

Fuente: (AutoCAD Civil 3D, 2017)

**Fase I0:** El borde interno y borde externo poseen un bombeo de 4% y se encuentran por debajo del nivel del eje. **Fase I1:** el borde exterior se encuentra a nivel del eje. **Fase I2:** el borde exterior se eleva de manera que toda la sección transversal tiene pendiente del bombeo 4%. **Fase I3:** Se eleva el borde exterior y descende el interior de forma que toda la sección transversal tenga una pendiente igual al peralte.

**Gradiente de Borde.** Es la tangente del Angulo que forma la recta entre el nivel del borde de la vía al iniciar la transición, y el nivel del borde en la fase I3. Empleando la figura 8, y mediante la velocidad de diseño de 50 km/h se obtiene un gradiente de 0.650.

$V_d$ , KM/h	VALOR DE (i), %
20	0,800
25	0,775
30	0,750
35	0,725
40	0,700
50	0,650
60	0,600
70	0,550
80	0,500
90	0,470
100	0,430
110	0,400
120	0,370

Figura 8 Gradiente relativa "i"

Fuente: (MTOP, 2003)

**La longitud de aplanamiento (x).** Es necesario para que el carril exterior pierda su bombeo o se aplane con respecto al eje de rotación. Para calcular la longitud de aplanamiento es necesario determinar la altura generada por la transición en la fase I1, siendo esta de 0.11 m como se aprecia en la ilustración 7; con este valor y el de la gradiente de borde obtenido en la figura 8, se aplica la ecuación 7 determinándose la longitud de aplanamiento de 16.92 m.

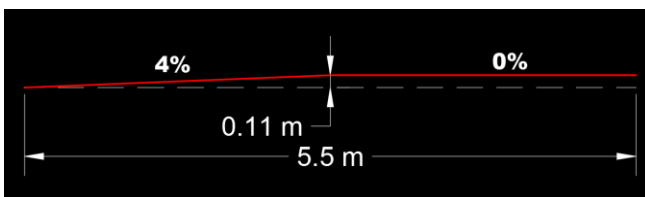


Ilustración 7 Sección transversal Fase I1  
Fuente: (AutoCAD Civil 3D, 2017)

$$x = \frac{0,11}{i} = \frac{0,11}{0,0065} = 16,92 \text{ m}$$

Donde: X= Longitud de aplanamiento.  
i= Gradiente de borde, %.

Ecuación 7 Longitud de Aplanamiento  
Fuente: (Cárdenas, 2010)

**La longitud de transición (LTr).** Se considera desde donde la sección transversal se encuentra a nivel o con inclinación del bombeo de 4%, hasta completar todo el peralte "e". Su distribución es 1/3 en la longitud de la curva y 2/3 la longitud de la tangente. Siendo el caso extremo se desarrolla rara en un distancia equivalente 1/2 de LTr dentro de la curva circular y 1/2 de LTr dentro de la tangente (MTOP, 2003). Para calcular la longitud de transición es necesario determinar la altura generada por la transición en la fase I3, siendo esta de 0.22 m como se aprecia en la ilustración 8; con este valor y el de la gradiente de borde obtenido en la figura 8, se aplica la ecuación 8 determinándose la longitud de transición de 33.84 m.

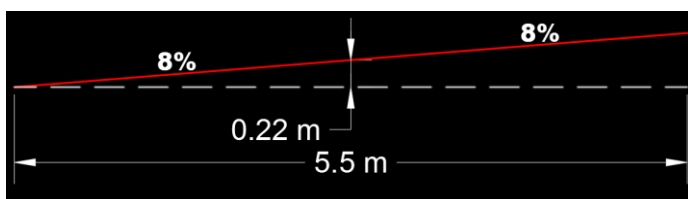


Ilustración 8 Sección transversal Fase I3  
Fuente: (AutoCAD Civil 3D, 2017)

$$LTr = \frac{0,22}{i} = \frac{0,22}{0,0065} = 33,84 \text{ m}$$

Donde: LTR= Longitud de transición, m.  
i= Gradiente de borde, %.

Ecuación 8 Longitud de Transición  
Fuente: (Cárdenas, 2010)

La distancia entre el fin de una curva anterior y el comienzo de la siguiente se conoce como tangente intermedia mínima, su cálculo se determina mediante la ecuación 9 y que consiste en la sumatoria de las longitudes de aplanamiento más 2/3 de la longitud de transición de las curvas inicial y final (MTOP, 2003):

$$Ti = \frac{2}{3} LTr1 + \frac{2}{3} LTr2 + x1 + x2 = \frac{2}{3} * 33,84 + \frac{2}{3} * 33,84 + 16,92 + 16,92 = 78,96 \text{ m}$$

Donde: Ti = Tangente intermedia mínima, m.  
 $L_{Tr1}, L_{Tr2}$  = Longitud de transición, m.  
 $x1, x2$  = Longitud de aplanamiento, m.

Ecuación 9 Tangente intermedia mínima  
Fuente: (MTOP, 2003)

En condiciones críticas se considera distribuir la longitud de transición 50% en tangente y 50% en curva circular (MTOP, 2003), para ello se emplea la ecuación 10:

$$Ti = \frac{1}{2} LTr1 * \frac{1}{2} LTr2 + x1 + x2 = \frac{1}{2} * 33,84 + \frac{1}{2} * 33,84 + 16,92 + 16,92 = 67,68 \text{ m}$$

Donde:  $Ti$  = Tangente intermedia mínima, m.

$LTr1, LTr2$  = Longitud de transición, m.

$x1, x2$  = Longitud de aplanamiento, m.

Ecuación 10 Tangente intermedia crítica

Fuente: (MTOP, 2003)

La longitud mínima de curva horizontal se determina mediante la ecuación 11 y que es igual a los 2/3 de la longitud de transición:

$$\frac{2}{3} LTr = \frac{2}{3} * 33,84 = 22,56 \text{ m}$$

Ecuación 11 Longitud mínima de la curva horizontal

Fuente: (MTOP, 2003)

**Sobreecho (s).** En curvas los vehículos tienden a ocupar mayor espacio debido a la rigidez y dimensiones. Para obtener valores de sobreancho recomendados por la MTOP se utiliza la ecuación 12 (MTOP, 2003):

$$S = n \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{Vd}{10 * \sqrt{R}}$$

Donde:  $S$ : Sobreecho (m).

$n$ : Número de carriles.

$R$ : Radio (m).

$L$ : Largo del vehículo de diseño entre el frente y el eje posterior (Para el camión SU de diseño la longitud es de 7,3m ).

$Vd$ : Velocidad de diseño (km/h).

Ecuación 12 Cálculo del Sobreecho

Fuente: (MTOP, 2003)

La tabla 17 muestra la longitud de sobreancho para los distintos radios:

Tabla 17 Estimación de Sobreecho.

Fuente: (MTOP, 2003)

Radio (m)	Sobreecho (m)	Radio (m)	Sobreecho (m)
30	1.81	70	0.98
35	1.61	75	0.93
40	1.46	80	0.89
45	1.34	90	0.82
50	1.24	100	0.77
55	1.16	150	0.59
60	1.09	200	0.49
65	1.03	250	0.42

**Nota:** Tomando en cuenta que el ancho de carril mínimo por normativa es de 3.65 m y que para una curva de radio de 30 m el Sobreecho es de 1.81 m, es decir el ancho total de carril necesario sería de 5.46 m, no será necesario colocar sobreechos en la vía en estudio puesto que el ancho de carril con el que se está diseñando es de 5.5 m. En el proyecto de la vía a realizar que involucra los sectores del Centro Parroquial - Guncay existen tramos complejos donde es necesario optar por ocupar el radio mínimo con un peralte emax de 8% y una velocidad de 30 km/h, por lo que en la tabla 18 de valores mínimos absolutos se obtuvo un radio mínimo de 30 m (Cárdenas, 2010):

Tabla 18 Radios mínimos absolutos  
Fuente: (Cárdenas, 2010)

RADIOS MÍNIMOS ABSOLUTOS				
Velocidad Específica (Vc)	Peralte Recomendado emax (%)	Fricción Transversal (fT max)	Radio Mínimo (Rmin)	
			Calculado (m)	Redondeado (m)
30	8.0	0.18	27.256	30
40	8.0	0.172	49.994	50
50	8.0	0.164	80.676	80
60	8.0	0.157	119.605	120
70	8.0	0.149	168.483	170
80	7.5	0.141	233.304	235
90	7.0	0.133	314.185	315
100	6.5	0.126	412.252	415
110	6.0	0.118	535.256	535
120	5.5	0.110	687.187	690
130	5.0	0.100	887.139	890
140	4.5	0.094	1110.293	1100
150	4.0	0.087	1395.002	1400

En la tabla 19, se indican todos los elementos geométricos que componen el alineamiento horizontal de la vía como son los puntos de intersección de las dos tangentes consecutivas (PI), las abscisas de los mismos, el ángulo de deflexión de las tangentes, el radio de curvatura (R), la longitud de la tangente (LT), longitud de la curva circular (LC), punto de inicio de la curva (PC), punto de terminación de la curva (PT), coordenadas tanto norte como este y el peralte para dichas curvas:

Tabla 19 Principales componentes del alineamiento horizontal

PRINCIPALES COMPONENTES DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL DEL PROYECTO										
PI #	ABSCISA	ANGULO	R (m)	LT (m)	LC (m)	PC (m)	PT (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	PERALTE
INICIO	0+000.00							726069.663	9675159.09	
1	0+109.81	087°05'55"	30	28.518	45.605	0+081.29	0+126.89	726159.755	9675221.87	8%
2	0+211.86	017°09'42"	100	15.089	29.953	0+196.77	0+226.72	726099.672	9675318.14	8%
3	0+325.14	068°57'53"	72	49.452	86.664	0+275.69	0+362.35	726070.663	9675427.88	8%
4	0+424.65	010°26'07"	72	6.575	13.113	0+418.07	0+431.18	726161.247	9675493.31	8%
5	0+632.30	017°07'45"	72	10.844	21.525	0+621.46	0+642.99	726348.855	9675582.42	8%
6	0+768.91	028°44'56"	72	18.452	36.127	0+750.46	0+786.59	726449.635	9675674.89	8%
7	0+860.76	011°19'47"	72	7.142	14.238	0+853.62	0+867.86	726479.355	9675762.62	8%
8	0+972.86	043°41'16"	40	16.034	30.5	0+956.82	0+987.32	726535.5	9675859.69	8%
9	1+051.07	037°07'01"	72	24.173	46.642	1+026.89	1+073.54	726516.683	9675937.22	8%
10	1+105.79	021°24'17"	72	13.608	26.898	1+092.18	1+119.08	726539.157	9675988.97	8%
11	1+272.47	023°47'04"	72	15.163	29.888	1+257.31	1+287.20	726545.186	9676155.87	8%
12	1+488.30	024°03'58"	30	6.395	12.601	1+481.90	1+494.51	726570.71	9676344.45	8%
13	1+572.59	048°22'56"	110	49.416	92.887	1+523.18	1+616.06	726553.419	9676427.15	8%
14	1+663.79	036°06'44"	72	23.472	45.38	1+640.32	1+685.70	726611.297	9676505.16	8%
15	1+759.07	024°43'08"	72	15.777	31.063	1+743.30	1+774.36	726612.075	9676602.01	8%
16	1+883.33	055°59'28"	40	21.264	39.089	1+862.07	1+901.16	726560.82	9676715.74	8%
17	1+989.52	064°24'57"	40	25.197	44.971	1+964.32	2+009.29	726618.476	9676808.98	8%
18	2+418.86	042°48'46"	140	54.883	104.611	2+363.97	2+468.58	726383.701	9677174.9	8%
FIN	2+643.82									



Para concluir el capítulo se presenta en la tabla 20 los componentes principales del eje del alineamiento horizontal del proyecto donde se indica los puntos de intersección de las dos tangentes consecutivas (PI), la abscisa donde se ubican los puntos, las coordenadas tanto norte como este, la distancia entre los puntos de intersección de las tangentes (PI) y el ángulo de deflexión de las tangentes. La longitud total del eje del proyecto es de 2643,82 metros (anexo 8).

**Tabla 20 Puntos de intersección del proyecto**

PI #	Abscisa (m)	Norte (m)	Este (m)	Distancia entre PI's	Deflexión
INICIO	0+000.00	9675159.092	726069.663		
				109.808	087°05'55"
1	0+109.81	9675221.871	726159.755		
				113.48	017°09'42"
2	0+211.86	9675318.141	726099.672		
				113.509	068°57'53"
3	0+325.14	9675427.88	726070.663		
				111.745	010°26'07"
4	0+424.65	9675493.313	726161.247		
				207.695	017°07'45"
5	0+632.30	9675582.424	726348.855		
				136.772	028°44'56"
6	0+768.91	9675674.889	726449.635		
				92.626	011°19'47"
7	0+860.76	9675762.618	726479.355		
				112.139	043°41'16"
8	0+972.86	9675859.69	726535.500		
				79.78	037°07'01"
9	1+051.07	9675937.218	726516.683		
				56.422	021°24'17"
10	1+105.79	9675988.971	726539.157		
				167.004	023°47'04"
11	1+272.47	9676155.866	726545.186		
				148.97	-
12	1+421.01	9676289.926	726610.147		
				67.294	024°03'58"
13	1+488.30	9676344.453	726570.710		
				84.481	048°22'56"
14	1+572.59	9676427.146	726553.419		
				97.139	036°06'44"
15	1+663.79	9676505.159	726611.297		
				96.851	024°43'08"
16	1+759.07	9676602.007	726612.075		
				124.748	055°59'28"
17	1+883.33	9676715.739	726560.820		
				109.625	064°24'57"
18	1+989.52	9676808.978	726618.476		
				434.764	042°48'46"
19	2+418.86	9677174.901	726383.701		
				230.119	
20	2+643.82	9677401.434	726424.170		

## 2.4.2 ALINEAMIENTO VERTICAL

Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas. En la figura 9 se indica las curvas verticales tanto cóncavas como convexas y las tangentes que la conforman.

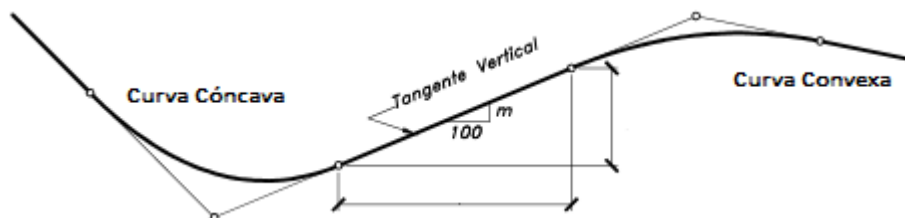


Figura 9 Curva Parabólica para el alineamiento vertical

Para determinar los gradientes longitudinales se emplea la tabla 21 y que mediante el TPDA (1964 vehículos) se obtiene un valor absoluto del gradiente del 8%:

Tabla 21 Gradientes máximas según el tipo de carretera  
Fuente: (MTOP, 2003)

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MÁXIMAS						
(Porcentaje)						
Clase de carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I 3000 a 8000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II 1000 A 3000 TPDA	3	4	7	4	6	8
III 300 A 1000 TPDA	4	6	7	6	7	9
IV 100 A 300 TPDA	5	6	8	6	8	12
V menos de 100 TPDA	5	6	8	6	8	14

**Longitud Crítica.** Es la longitud máxima sobre la cual puede operar un camión en subida. La fórmula para el cálculo viene dada en la ecuación 13 que con el gradiente del 8% obtenida en la tabla 21 se determina una longitud crítica de 124.51m.

$$Longitud\ Crítica = \sqrt[0,705]{\frac{240}{Gradiente\ (\%)}} = \sqrt[0,705]{\frac{240}{(8)}} = 124,51\ m$$

Ecuación 13 Cálculo de la longitud crítica  
Fuente: (MTOP, 2003)

**Longitud de la curva vertical convexa.** La curva vertical que se ajusta de mejor manera es la parábola simple con su eje vertical centrado en el punto de las tangentes. Para la longitud de las curvas convexas según el MTOP considera la altura del ojo del conductor de 1.15 metros (H) y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera iguala 0,15 m (h) como se muestra en la ecuación 14:

$$L = \frac{A * S^2}{200 * (\sqrt{H} + \sqrt{h})^2} = \frac{A * S^2}{200 * (\sqrt{1,15} + \sqrt{0,15})^2} = \frac{A * S^2}{426}$$

Donde: S: Distancia de visibilidad, m.

h: Altura del objeto sobre la superficie de la vía, m.

H: Altura del ojo del conductor sobre la superficie de la vía.

A: diferencia algebraica de gradiente de entrada y el gradiente de salida, porcentaje.

L: Longitud de la curva vertical convexa, m.

Ecuación 14 Longitud de la curva vertical convexa

Fuente: (AASHTO, 2004)

Mediante un parámetro “K” para las curvas convexas podemos controlar la distancia de visibilidad de parada (S). Despejando el valor de L/A de la ecuación 14 se obtiene el “K” como se muestra en la ecuación 15:

$$L = \frac{A * S^2}{426} \rightarrow \frac{L}{A} = \frac{S^2}{426} \rightarrow K = \frac{S^2}{426}$$

Ecuación 15 Coeficiente K

Fuente: (AASHTO, 2004)

Donde:

S: distancia de visibilidad.

La tabla 22 presenta los valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para las longitudes de las curvas verticales cóncavas:

Tabla 22 Valor “K” para determinar la longitud de curvas verticales cóncavas mínimas

Fuente: (MTOP, 2003)

VALORES MÍNIMOS DE DISEÑO DEL COEFICIENTE "K" PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS MÍNIMAS						
Clase de carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3000 a 8000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II 1000 A 3000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III 300 A 1000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV 100 A 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V menos de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Al ser una colectoras II con un TPDA de 1964 vehículos, de la tabla 22 se obtiene un valor absoluto del coeficiente “K” de 7.

La AASHTO y el MTOP recomiendan una altura de faros 0,6 metros y un ángulo de 1° de divergencia de los rayos de luz. Mediante un parámetro “K” para las curvas cóncavas podemos controlar la distancia de visibilidad de parada (S). Para el cálculo se emplea la ecuación 16:

$$L = \frac{A * S^2}{120 + 3.5 * S} \rightarrow \frac{L}{A} = \frac{S^2}{120 + 3.5 * S} \rightarrow K = \frac{S^2}{120 + 3.5 * S}$$

Ecuación 16 Longitud de la curva vertical cóncava  
Fuente: (AASHTO, 2004)

Donde: S: distancia de visibilidad.

La tabla 23 presenta los valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para las longitudes de las curvas verticales convexas:

Tabla 23 Valor “K” para determinar la longitud de curvas verticales convexas mínimas  
Fuente: (MTOP, 2003)

VALORES MÍNIMOS DE DISEÑO DEL COEFICIENTE "K" PARA LA DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES CONVEXAS MÍNIMAS						
Clase de carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3000 a 8000 TPDA	80	60	28	60	28	12
II 1000 A 3000 TPDA	60	43	19	43	28	7
III 300 A 1000 TPDA	43	28	12	28	12	4
IV 100 A 300 TPDA	28	12	7	12	3	2
V menos de 100 TPDA	12	7	4	7	3	2

Al ser una colectoras II con un TPDA de 1964 vehículos, de la tabla 23 se obtiene un valor absoluto del coeficiente “K” de 7. La longitud mínima de las curvas verticales de determina mediante la ecuación 17:

$$L_{min} = 0,6 * Vd = 0,6 * 50 = 30 \text{ metros}$$

Ecuación 17 Longitud mínima en curvas verticales  
Fuente: (AASHTO, 2004)

Donde: Vd: Velocidad de diseño, km/h.

Para concluir el capítulo, en la tabla 24 se presentan los principales componentes principales del eje del alineamiento vertical en el proyecto (anexo 8) donde se detallan los puntos de intersección de las tangentes verticales (PIV), las abscisas a las que pertenecen cada punto, la distancia entre puntos de intersección de las tangentes (PIV), cota de proyecto, el gradiente (G) o pendientes de la vía, el tipo de curvatura y el valor del coeficiente “K” tanto para curvas cóncavas como convexas.

**Tabla 24 Puntos de intersección del proyecto**

PIV	Abscisa	Distancia (m)	Cota Proyecto (m)	G (%)	Tipo de curva	Longitud (m)	Valor K
0	0+000.00		2559.637	-1.42%		0	
		132.5			CÓNCAVA		
1	0+132.50		2557.756	-7.21%		45	7.76
		257.5			CONVEXA		
2	0+390.00		2539.182	-4.71%		35	13.96
		259.999			CONVEXA		
3	0+650.00		2526.945	-1.30%		55	16.12
		150.001			CÓNCAVA		
4	0+800.00		2525	-3.15%		60	32.32
		161.499			CONVEXA		
5	0+961.50		2519.909	3.62%		70	10.34
		258			CÓNCAVA		
6	1+219.50		2529.239	-2.33%		60	10.1
		230.5			CONVEXA		
7	1+450.00		2523.879	-1.63%		40	57.18
		209.499			CONVEXA		
8	1+659.50		2520.474	-0.50%		40	35.4
		214.001			CÓNCAVA		
9	1+873.50		2519.412	-10.07%		75	7.83
		98.502			CONVEXA		
10	1+972.00		2509.498	6.34%		120	7.31
		164			CÓNCAVA		
11	2+136.00		2519.887	-1.80%		65	7.99
		343.999			CÓNCAVA		
12	2+480.00		2513.696	-4.27%		110	44.45
		163.82					
	2+643.82		2506.694				

La tabla 25 se indica todos los parámetros del perfil transversal como son los puntos de intersección de las tangentes verticales (PIV), las abscisas a las que pertenece cada punto, cotas de terreno y proyecto, si estos puntos corresponden a corte o relleno, si son puntos de inicio de curva (PC) o puntos de terminación de la curva (PT) coordenadas tanto este y norte:

**Tabla 25 Principales componentes del alineamiento vertical**

PVI	ABSCISA	TERRENO	PROYECTO	CORTE	RELLENO	OBSERVACIÓN	ESTE	NORTE
INICIO	0+000.00	2559.637	2559.637	0			726069.663	9675159.09
	0+081.29	2559.166	2558.483	0.683		PC	726136.357	9675205.57
	0+104.09	2558.518	2558.159	0.359			726148.595	9675224.16
	0+110.00	2558.454	2558.075	0.379			726149.205	9675230.02
	0+126.89	2557.844	2557.652	0.192		PT	726144.656	9675246.06
PVI#1	0+132.50	2557.549	2557.43	0.119			726141.688	9675250.82
	0+155.00	2556.391	2556.133	0.258			726129.775	9675269.91
	0+196.77	2553.339	2553.12	0.219		PC	726107.661	9675305.34
	0+211.74	2552.264	2552.04	0.224			726100.711	9675318.59
	0+226.72	2550.973	2550.96	0.013		PT	726095.816	9675332.73
	0+275.69	2547.33	2547.427		-0.097	PC	726083.301	9675380.07
	0+319.02	2546.354	2544.302	2.052			726085.114	9675422.71
	0+362.35	2541.843	2541.176	0.667		PT	726110.75	9675456.84



	0+372.50	2541.193	2540.444	0.749			726118.976	9675462.78
<b>PVI#2</b>	0+390.00	2540.183	2539.291	0.892			726133.162	9675473.03
	0+407.50	2539.165	2538.358	0.807			726147.348	9675483.27
	0+418.07	2538.514	2537.861	0.653		PC	726155.917	9675489.46
	0+424.63	2537.984	2537.552	0.432			726161.4	9675493.06
	0+431.18	2537.484	2537.243	0.241		PT	726167.186	9675496.13
	0+621.46	2527.264	2528.288		-1.024	PC	726339.06	9675577.77
	0+622.50	2527.199	2528.239		-1.04		726339.995	9675578.22
	0+632.22	2526.706	2527.811		-1.105		726348.401	9675583.1
	0+642.99	2526.472	2527.405		-0.933	PT	726356.845	9675589.75
<b>PVI#3</b>	0+650.00	2526.347	2527.179		-0.832		726362.012	9675594.5
	0+677.50	2526.099	2526.588		-0.489		726382.276	9675613.09
	0+700.00	2525.832	2526.297		-0.465		726398.855	9675628.3
	0+750.46	2525.093	2525.642		-0.549	PC	726436.038	9675662.41
	0+768.53	2524.528	2525.408		-0.88		726447.685	9675676.16
	0+770.00	2524.469	2525.389		-0.92		726448.478	9675677.4
	0+786.59	2524.213	2525.131		-0.918	PT	726455.555	9675692.37
<b>PVI#4</b>	0+800.00	2524.793	2524.861		-0.068		726459.858	9675705.07
	0+830.00	2523.739	2524.054		-0.315		726469.484	9675733.48
	0+853.62	2522.637	2523.31		-0.673	PC	726477.063	9675755.85
	0+860.74	2522.193	2523.085		-0.892		726479.677	9675762.47
	0+867.86	2521.724	2522.861		-1.137	PT	726482.931	9675768.8
	0+926.50	2519.802	2521.012		-1.21		726512.291	9675819.56
	0+956.82	2519.873	2520.501		-0.628	PC	726527.472	9675845.81
	0+959.10	2519.953	2520.498		-0.545		726528.557	9675847.81
<b>PVI#5</b>	0+961.50	2520.034	2520.501		-0.467		726529.573	9675849.99
	0+972.07	2520.373	2520.579		-0.206		726532.438	9675860.13
	0+987.32	2519.7	2520.883		-1.183	PT	726531.718	9675875.27
	0+996.50	2519.542	2521.174		-1.632		726529.553	9675884.19
	1+026.89	2522.29	2522.274	0.016		PC	726522.384	9675913.73
	1+050.22	2521.359	2523.117		-1.758		726520.617	9675936.88
	1+073.54	2522.526	2523.96		-1.434	PT	726526.311	9675959.39
	1+092.18	2523.771	2524.634		-0.863	PC	726533.737	9675976.49
	1+105.63	2524.605	2525.121		-0.516		726537.914	9675989.25
	1+119.08	2524.529	2525.607		-1.078	PT	726539.648	9676002.57
	1+189.50	2527.51	2528.154		-0.644		726542.191	9676072.94
<b>PVI#6</b>	1+219.50	2528.407	2528.793		-0.386		726543.274	9676102.93
	1+226.02	2528.503	2528.814		-0.311		726543.509	9676109.44
	1+249.50	2528.633	2528.541	0.092			726544.357	9676132.91
	1+257.31	2528.524	2528.36	0.164		PC	726544.639	9676140.71
	1+272.25	2528.182	2528.012	0.17			726546.719	9676155.49
	1+287.20	2527.275	2527.665		-0.39	PT	726551.798	9676169.51
	1+400.00	2524.643	2525.042		-0.399		726600.987	9676271.02
	1+421.01	2524.661	2524.554	0.107			726610.147	9676289.93
	1+430.00	2524.497	2524.344	0.153			726604.877	9676297.21
<b>PVI#7</b>	1+450.00	2523.987	2523.914	0.073			726593.156	9676313.42
	1+470.00	2523.782	2523.554	0.228			726581.435	9676329.62
	1+481.90	2523.76	2523.361	0.399		PC	726574.458	9676339.27
	1+488.21	2523.695	2523.258	0.437			726571.327	9676344.73
	1+494.51	2523.567	2523.156	0.411		PT	726569.401	9676350.71
	1+523.18	2523.101	2522.69	0.411		PC	726563.533	9676378.78
	1+569.62	2522.094	2521.935	0.159			726563.763	9676424.88
	1+616.06	2522.577	2521.18	1.397		PT	726582.862	9676466.83

	1+639.50	2521.196	2520.799	0.397			726596.825	9676485.65
	1+640.32	2521.122	2520.786	0.336		PC	726597.312	9676486.31
<b>PVI#8</b>	1+659.50	2520.752	2520.53	0.222			726606.567	9676503.05
	1+663.01	2520.694	2520.495	0.199			726607.761	9676506.34
	1+679.50	2520.57	2520.375	0.195			726611.17	9676522.44
	1+685.70	2520.551	2520.344	0.207		PT	726611.486	9676528.63
	1+743.30	2520.323	2520.058	0.265		PC	726611.948	9676586.23
	1+758.83	2520.343	2519.981	0.362			726610.403	9676601.65
	1+774.36	2520.577	2519.904	0.673		PT	726605.592	9676616.39
	1+836.00	2519.412	2519.598		-0.186		726580.267	9676672.59
	1+862.07	2518.364	2519.036		-0.672	PC	726569.557	9676696.35
<b>PVI#9</b>	1+873.50	2517.39	2518.515		-1.125		726566.402	9676707.3
	1+881.61	2517.428	2518.045		-0.617		726566.109	9676715.39
	1+901.16	2519.302	2516.567	2.735		PT	726572.004	9676733.83
	1+911.00	2519.296	2515.638	3.658			726577.181	9676742.2
	1+912.00	2519.257	2515.537	3.72			726577.707	9676743.05
	1+964.32	2507.681	2512.142		-4.461	PC	726605.224	9676787.55
<b>PVI#10</b>	1+972.00	2507.824	2511.958		-4.134		726608.614	9676794.43
	1+985.65	2511.972	2511.831	0.141			726611.195	9676807.76
	1+986.80	2512.399	2511.832	0.567			726611.202	9676808.92
	2+009.29	2514.204	2512.213	1.991		PT	726604.87	9676830.18
	2+032.00	2514.705	2513.299	1.406			726592.606	9676849.3
	2+100.00	2517.881	2517.607	0.274			726555.886	9676906.53
	2+103.50	2518.037	2517.829	0.208			726553.995	9676909.48
<b>PVI#11</b>	2+136.00	2519.242	2519.226	0.016			726536.445	9676936.83
	2+154.12	2519.338	2519.432		-0.094		726526.661	9676952.08
	2+168.50	2519.308	2519.302	0.006			726518.895	9676964.19
	2+363.97	2515.895	2515.784	0.111		PC	726413.339	9677128.71
	2+416.28	2515.112	2514.843	0.269			726393.874	9677176.93
	2+425.00	2515.021	2514.686	0.335			726392.436	9677185.53
	2+468.58	2513.873	2513.688	0.185		PT	726393.353	9677228.93
<b>PVI#12</b>	2+480.00	2513.609	2513.356	0.253			726395.36	9677240.17
	2+535.00	2511.56	2511.345	0.215			726405.033	9677294.31
	2+643.82	2505.93	2506.694		-0.764		726424.17	9677401.43

**Curvas de Masas.** El diagrama de masas es la gráfica continua que representa el volumen acumulado neto de material desde una estación inicial dada, tomando los cortes como positivos (+) y los rellenos como negativos (-) (Carciente, 1985).

**Propiedades del diagrama de masas.**

- Se establece un sistema de coordenadas, dibujando las abscisas en la misma escala del perfil longitudinal de la carretera y seleccionando para las ordenadas una escala conveniente a la magnitud de los valores calculados de los volúmenes.
- El diagrama de masas no es un perfil y no tiene ninguna relación con la topografía del terreno.
- El diagrama de masas está formado por una serie de ondas y éstas por ramas. La rama es ascendente en tramos donde, en el perfil longitudinal, predomina el corte y es descendente en los tramos donde



predomina el relleno. Pendientes muy pronunciadas indican grandes movimientos de tierras. La figura 10 muestra la interpretación de la gráfica del diagrama de masas cuando existe corte y terraplén:

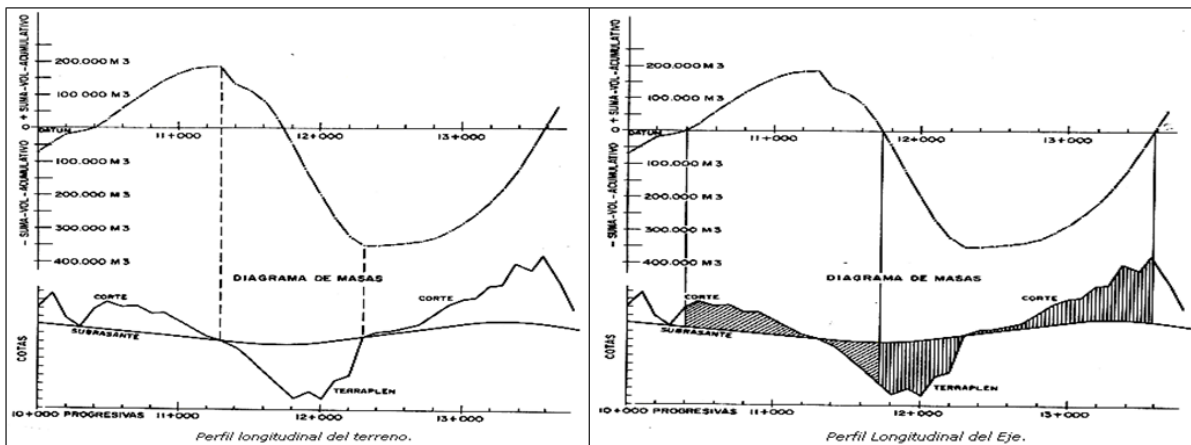


Figura 10 Ejemplos explicativos para diagrama de masas

Fuente: (Carciente, 1985)

- Los puntos del diagrama máximos y mínimos coinciden con los puntos en los que el perfil de cortes y rellenos pasa de corte a terraplén o viceversa.
- El diagrama de masas se anula en puntos en donde los volúmenes de corte y terraplén son iguales.

**Compensación de volúmenes y acarreos.** Una vez determinadas o hechas todas las compensaciones posibles de material, si la compensación es parcial y hay un sobrante de tierra de banqueo, éste deberá disponerse en lugares fuera de la carretera, en zonas denominadas de bote. Cuando, en cambio, hay escasez de tierra de banqueo, habrá que traer la necesaria de zonas de préstamo adyacentes o más o menos cercanas a la vía (Carciente, 1985). Esto se explica de mejor manera en la figura 11:

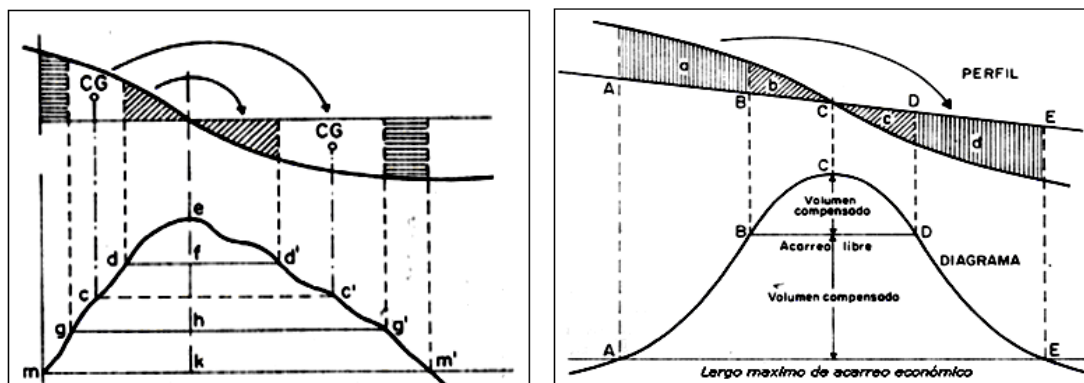


Figura 11 Ejemplos explicativos para diagrama de masas

Fuente: (Carciente, 1985)

La distancia a que deben llevarse las masas movidas, llamada transporte o acarreo, es uno de los factores que más influyen en el costo de un movimiento de tierras. Evidentemente, el transporte o acarreo promedio de cualquier masa de tierra movida debería ser igual a la distancia entre los centros de gravedad de los volúmenes excavados y de relleno.

Según las normas del MTOP, existe una distancia de acarreo libre, que es una distancia de acarreo en la cual no se paga el transporte; en una onda cualquiera existen básicamente dos líneas de compensación:

- Una que corresponde a la distancia libre de Acarreo.
- Otra que corresponde a las distancias por las cuales ya se paga su transporte.

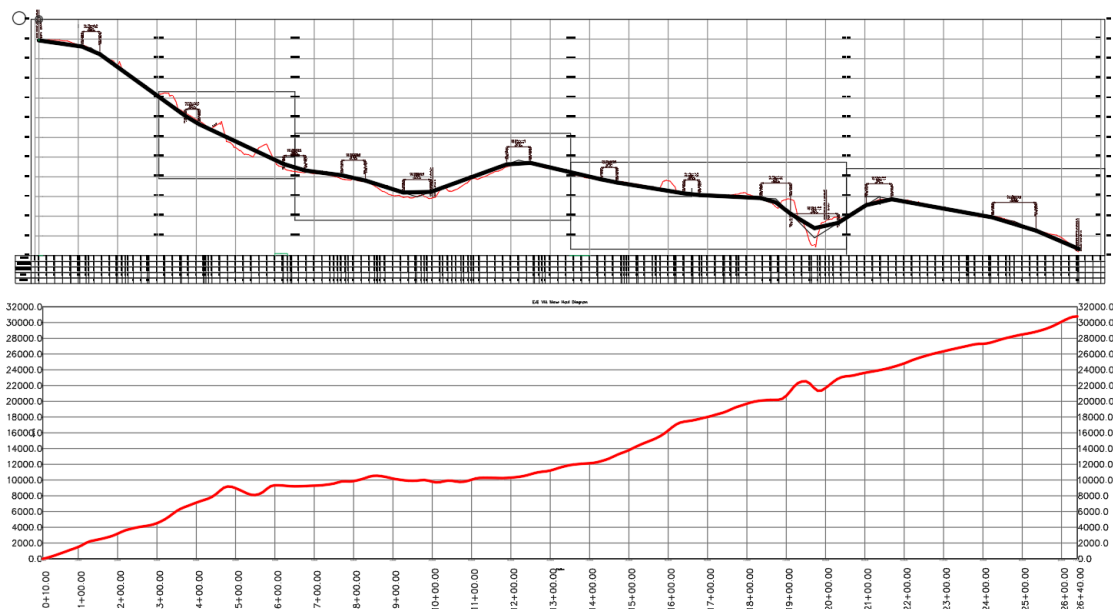


Ilustración 9 Diagrama de masas del proyecto

Del diagrama la curva de masas mostrado en la ilustración 9, lo primero que se aprecia en la gráfica es que la misma presenta un sentido ascendente, es decir que en la mayor parte de tramos del perfil longitudinal predomina el corte, cuyo volumen es de 37442.32 m<sup>3</sup>. No existe una línea compensadora general en la gráfica (volúmenes de corte y relleno en un tramo comprendido serán iguales) puesto que la curva es ascendente en todo el proyecto, sin embargo, se aprecia tanto en la abscisa 0+520 y en la abscisa 1+970 que la curva de masas se anula puesto que el volumen de corte y de terraplén son iguales, es decir en estos puntos máximos y mínimos coinciden en las secciones del perfil en los que se pasa de corte a terraplén. Se considera como acarreo libre de transporte de material de préstamo si la distancia es de 500 metros. En el proyecto en sí, el acarreo es mayor a esta distancia, teniendo un volumen neto de 30779.38 m<sup>3</sup> como se aprecia en la ilustración 9, mismo que será sobreacarreado a una distancia de 10 kms desde la mitad de la vía de diseño Centro Parroquial – Guncay hasta las escombreras ubicadas parroquia de Santa Ana. Finalmente es importante acotar que siendo un suelo de malas características

físicas según los análisis de laboratorio (ver anexo 2), el acarreo del material se lo efectuará integralmente con lo obtenido en el corte en su totalidad.

No existe línea compensadora general en la gráfica (volúmenes de corte y relleno en un tramo comprendido serán iguales) puesto que la curva es ascendente en todo el proyecto. Se considera como acarreo libre de transporte de material de préstamo si la distancia es de 500 metros. En el proyecto en su totalidad el acarreo es mayor a esta distancia, teniendo un volumen neto de 30779.38 m<sup>3</sup> será sobreacarreado una distancia de 10 km desde la mitad de la vía de diseño Centro Parroquial – Guncay hasta las escombreras ubicadas parroquia de Santa Ana.

## 2.5 SECCIÓN TRANSVERSAL DE DISEÑO

La vía colectora tipo II del proyecto (ver ilustración 10) consiste en una capa de rodadura de hormigón asfáltico de 10 cm de espesor, una capa de base de 14 cm, una capa de subbase de 30 cm y finalmente material de mejoramiento. Su pendiente transversal es de 4% en todas sus capas y poseen dos carriles. El ancho de vía estimado será de 12 m desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 0+630 con un carril de 4.5 m, y desde la abscisa 0+630 hasta la abscisa 2+643.82 el ancho será de 14 m con un carril de 5.5 m. En esta vía no se consideró espaldón.

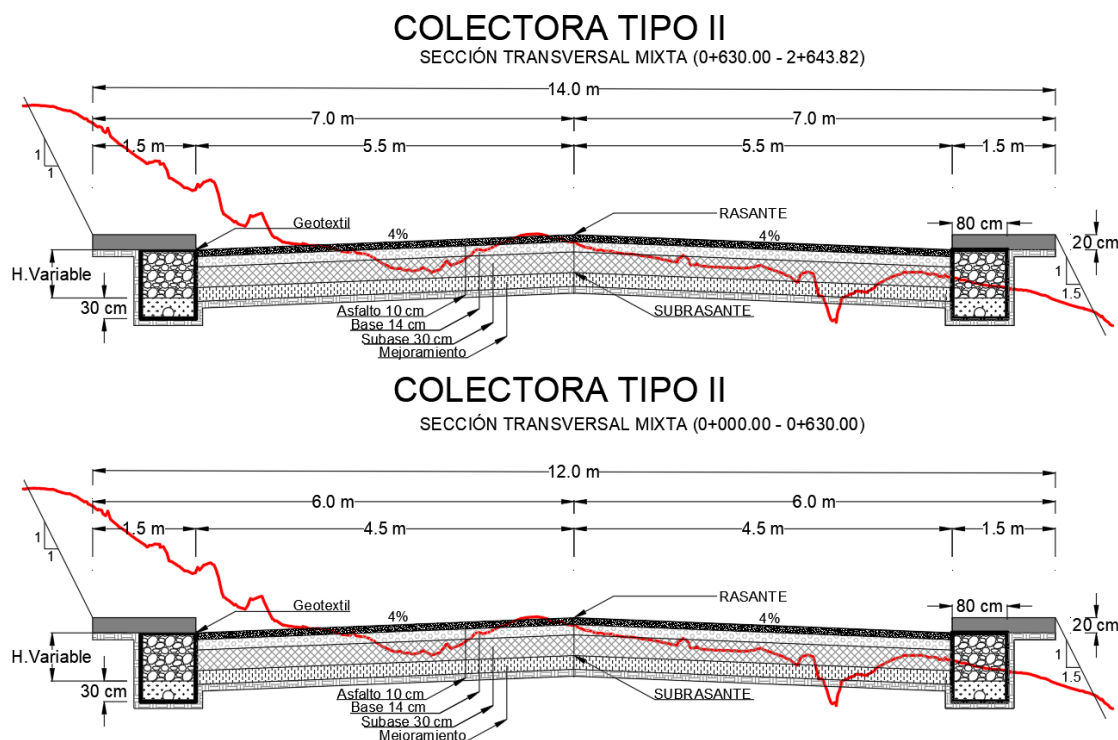


Ilustración 10 Sección transversal de diseño

Al considerar un material de arcillas muy suaves expansivas y compresibles, se empleará una inclinación de 1,5:1 (H:V) para talud de relleno y para taludes de corte se adopta la inclinación 1:1 (H:V) según la recomendación del MTOP obtenido de la tabla 26.

Tabla 26 Taludes de corte recomendados  
Fuente: (MTOP, 2003)

TIPO DE MATERIAL	TALUD DE CORTE RECOMENDABLE (H:V)	
	HASTA 8 m	DE 8 a 16 m
Areniscas debilmente cementadas	0,5:1	0,75:1
Conglomerado brechoide bien cementado con matriz silicosa	0,125:1	0,125:1
Conglomerados cementados con matriz calcica	0,25:1	0,25:1
Conglomerado pobremente cementado o con matriz arcillosa	0,5:1	0,75:1
Caliza fracturada con buzamientos casi horizontales	0,125:1	0,125:1
Caliza muy fracturada cavernosa y poco alterada	0,5:1	0,75:1
Arenas limosas pumiticas y vidrios volcanicos	0,75:1	1:1
Limos arenosos muy compactados	0,25:1	0,5:1
Arcillas poco arenosas firmes (homogeneas)	0,5:1	0,5:1
<b>Arcillas muy suaves expansivas y compresibles</b>	<b>1:1</b>	<b>1,5:1</b>
Caolin, producto de alteración de dioritas	1:1	

Las secciones transversales del proyecto pueden estar en relleno, en corte o pueden ser mixtas. Los detalles de esta secciones transversales se detallan en la secciones de planos.

## 2.6 DISEÑO DE ISLAS PARA BUSES

Los carriles de la vía de buses tienen normalmente 3,5 metros de ancho. Aunque las vías de autobús dirigidas también permiten que se construya un carril más estrecho («Parte III Diseño Físico», 2010).

Si se dispone de un ancho característico aceptable se debería realizar un carril de buses. Pero principalmente en ciudades con anchos restringidos en la vía, se diseña generalmente de ser posible carriles de sobrepaso en la estaciones de parada de buses («Parte III Diseño Físico», 2010).

- **Ventajas.**

Se reduce los tiempos de viajes, dentro de los estándares de seguridad.

Evita la necesidad de cambios de carril.

- **Desventajas.**

Aumenta considerablemente los costos de construcción.

Las distancias entre estaciones son muy significativas.

El ancho de la vía al ser de 4.5 hasta la abscisa 0+630 y de 5.5 metros hasta la abscisa 2+643 .82, no se podrá incorporar un carril de uso exclusivo para buses debido al poco espesor que poseen los carriles, por lo que la vía

tendrá un carril en cada sentido tanto para vehículos en general como para autobuses, y dependiendo de la planificación municipal se podría emplear un espacio para ciclo vías. Por requerimientos dados por parte del GAD municipal del cantón Cuenca, se colocarán únicamente islas de buses o estaciones a lo largo de la vía.

Se deben hacer todos los esfuerzos posibles para conservar los espacios verdes existentes, el paisaje se puede dejar en su mayoría intacto solamente la base de la estación puede requerir alteraciones del paisaje.

Las estaciones están constituidas por tres elementos principales:

- Subparadas o plataformas.
- Áreas de transición.
- Infraestructura de integración como senderos peatonales, espacio para vendedores.

El tamaño de la estación y el diseño de las subparadas o plataformas depende del diseño funcional y diseño operacional que depende del número proyectado de pasajeros que suben y bajan en cualquier estación particular. La altura de la estación es en gran parte una función de la estética. La plataforma debe ser lo suficientemente ancha para alojar cómodamente a todos los pasajeros. Normalmente, los pasajeros que están esperando no están cómodos si tienen que restringirse a menos de un tercio de metro cuadrado. Para determinar el área mínima de espera de los pasajeros se emplea la ecuación 18:

$$Aw = Qp / Dw$$

Ecuación 18: Cálculo del área de la plataforma

Fuente: («Parte III Diseño Físico», 2010)

Donde:

*Aw* = Área mínima requerida para los pasajeros que esperan

*Qp* = número máximo de pasajeros que esperan

*Dw* = Capacidad de un metro cuadrado para alojar a los pasajeros que esperan

*Dw* = Generalmente 3 pasajeros por m<sup>2</sup>

### 2.6.1 CÁLCULOS DE LA ESTACIÓN

Para calcular el área requerida, se estima que existirán 12 pasajeros en espera («Parte III Diseño Físico», 2010). Con la ecuación 18 se calcula el área:

$$Aw = Qp / Dw = 12/3 = 4m^2$$

Por lo tanto el área de la plataforma para acomodar a los pasajeros será de 2.7, metros de largo y 1 metro de largo.

Para el ancho de espera de la parada se emplea la ecuación 19:

$$wu = Aw / L = 4/10 = 0,4 m$$

Ecuación 19: Ancho de espera de subparada

Fuente: («Parte III Diseño Físico», 2010)

Donde:

*Wu*: Ancho de espera de subparada; *Aw*: Área requerida para la plataforma; *L*: Longitud promedio de un bus estándar es de 10 a 12 metros.

A continuación en la ilustración 11 se presenta las dimensiones estimadas de la isla de parada para buses:

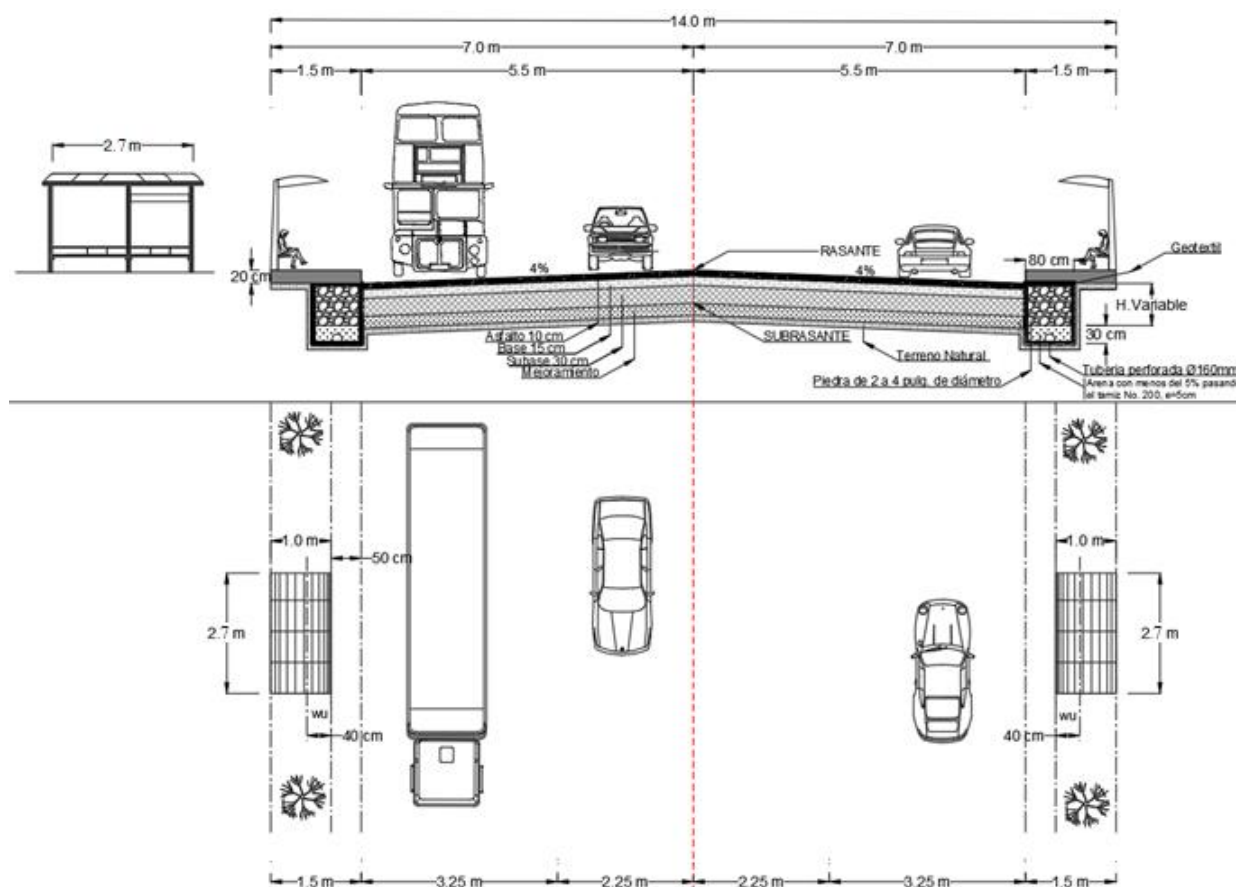


Ilustración 11 Sección transversal de diseño

## 2.6.2 RECOMENDACIONES

- La distancia entre la plataforma y el vehículo deben tener una separación de 10 cm o menos. Aunque este grado de precisión requerirá posiblemente un acercamiento más largo para mantener una velocidad eficaz.
- Si el espacio lo permite, debe dejarse sitio para un segundo vehículo espere detrás de cada bahía de parada.
- Las consideraciones arquitectónicas son críticas desde la perspectiva estética, cultural y de amigabilidad con el usuario. Es decir, no hay ninguna fórmula para determinar un diseño estético exitoso. A la estética de la estación se le debe dar alta consideración, puesto que la forma de las estaciones determina en gran parte la aceptabilidad por parte del cliente.
- El espacio real entre estaciones dependerá de varios factores, incluyendo la densidad demográfica del área, la ubicación de los destinos importantes y el origen de los viajes, es aproximadamente entre 300 y 1000 metros.

### 2.6.3 SERVICIOS ADICIONALES.

Se deberán considerar los tipos de servicios adicionales que pueden ofrecerse en una estación por ejemplo la provisión de video, audio, sillas características, baños, cámaras de seguridad, etc. Todos estos parámetros involucran decisiones sobre costos y preferencias locales. Para el caso de la vía en estudio, por efectos de presupuesto, se empleará únicamente de bancas y paneles informativos.

### 2.7 REPLANTEO TOPOGRÁFICO

El replanteo topográfico de la vía, para el presente estudio, servirá para verificar que el mismo no presente variaciones significativas con lo establecido tanto en el levantamiento topográfico proporcionado por la junta parroquial de El Valle así como con el eje de vía propuesto por donde esta atravesará la vía. El replanteo se lo efectuó con el empleo de la estación total RTK marca Trimble R4 Model 2, como se puede apreciar en la figura 12:



Figura 12 Tipo de estación empleada para el replanteo (RTK)

Los días sábado 10 y domingo 11 de marzo del año 2018 se realizó el replanteo entre las 07h00 am hasta las 17h00 pm. Se partió de los puntos de control previamente proporcionados en el levantamiento topográfico y que en base a estos, mediante los puntos del eje del proyecto, se levantó el eje de la vía cada 20 metros. La tabla 27 muestra los puntos de control empleados:

Tabla 27 Puntos de control empleados para el replanteo

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
RTK1	9675156.852	726078.053	2560.027
RTK8	9676267.051	726673.424	2530.555
RTK9	9677418.283	726403.872	2503.916

El clima durante los días que se realizó el replanteo fue favorable, donde no se presentó lluvias que impida el trabajo del mismo.



En la tabla 28 se determina los puntos que se comprobaron en el replanteo topográfico:

Tabla 28 Puntos (abscisas) para el replanteo

LEVANTAMIENTO				
ABSCISA	NORTE	ESTE	TERRENO	PROYECTO
0+000	9675159.09	726069.66	2559.637	2559.64
0+020	9675170.53	726086.07	2559.779	2559.35
0+040	9675181.96	726102.48	2559.754	2559.07
0+060	9675193.39	726118.89	2559.544	2558.79
0+080	9675204.83	726135.3	2559.226	2558.5
0+100	9675220.22	726147.5	2558.608	2558.22
0+120	9675239.85	726147.6	2558.118	2557.87
0+140	9675257.18	726137.72	2557.028	2557.07
0+160	9675274.15	726127.13	2555.862	2555.77
0+180	9675291.11	726116.54	2554.556	2554.33
0+200	9675308.11	726105.99	2553.122	2552.89
0+220	9675326.29	726097.75	2551.534	2551.44
0+240	9675345.57	726092.42	2549.961	2550
0+260	9675364.9	726087.31	2548.491	2548.56
0+280	9675384.27	726082.32	2547.048	2547.12
0+300	9675404.17	726081.14	2545.576	2545.67
0+320	9675423.63	726085.45	2546.321	2544.23
0+340	9675441.17	726094.94	2545.642	2542.79
0+360	9675455.43	726108.87	2541.997	2541.35
0+380	9675467.17	726125.06	2540.76	2539.91
0+400	9675478.88	726141.27	2539.534	2538.69
0+420	9675490.59	726157.48	2538.357	2537.66
0+440	9675500.78	726174.64	2536.889	2536.65
0+460	9675509.36	726192.7	2537.792	2535.64
0+480	9675517.94	726210.77	2533.955	2534.63
0+500	9675526.52	726228.83	2532.249	2533.62
0+520	9675535.1	726246.9	2530.84	2532.6
0+540	9675543.69	726264.97	2530.231	2531.59
0+560	9675552.27	726283.03	2531.852	2530.58
0+580	9675560.85	726301.1	2532.956	2529.57
0+600	9675569.43	726319.16	2528.697	2528.55
0+620	9675578.01	726337.23	2527.292	2527.65
0+640	9675587.99	726354.51	2526.511	2527.01
0+660	9675601.3	726369.42	2526.205	2526.63
0+680	9675614.82	726384.16	2526.372	2526.4
0+700	9675628.34	726398.9	2525.832	2526.16
0+720	9675641.86	726413.64	2525.767	2525.93
0+740	9675655.38	726428.37	2525.347	2525.7
0+760	9675669.35	726442.66	2524.876	2525.47
0+780	9675686.28	726453.18	2524.3	2525.22
0+800	9675705.12	726459.88	2524.79	2524.85
0+820	9675724.07	726466.29	2523.85	2524.35
0+840	9675743.01	726472.71	2523.399	2523.74
0+860	9675761.85	726479.4	2522.236	2523.11



0+880	9675779.36	726489.04	2521.117	2522.48
0+900	9675796.67	726499.05	2520.276	2521.85
0+920	9675813.99	726509.07	2520.031	2521.22
0+940	9675831.3	726519.08	2519.828	2520.68
0+960	9675848.68	726528.98	2519.986	2520.5
0+980	9675868.1	726532.78	2519.998	2520.71
1+000	9675887.65	726528.71	2519.62	2521.3
1+020	9675907.09	726524	2521.563	2522.02
1+040	9675926.73	726520.46	2521.517	2522.75
1+060	9675946.6	726522.13	2521.748	2523.47
1+080	9675965.37	726528.91	2522.97	2524.19
1+100	9675983.88	726536.47	2524.431	2524.92
1+120	9676003.55	726539.68	2524.568	2525.64
1+140	9676023.54	726540.41	2525.351	2526.36
1+160	9676043.53	726541.13	2526.338	2527.09
1+180	9676063.51	726541.85	2527.057	2527.81
1+200	9676083.5	726542.57	2527.853	2528.48
1+220	9676103.49	726543.29	2528.417	2528.8
1+240	9676123.47	726544.02	2528.586	2528.72
1+260	9676143.46	726544.79	2528.474	2528.3
1+280	9676162.94	726549.01	2527.582	2527.83
1+300	9676181.08	726557.41	2527.383	2527.37
1+320	9676199.08	726566.13	2526.8	2526.9
1+340	9676217.08	726574.85	2526.501	2526.44
1+360	9676235.08	726583.57	2525.575	2525.97
1+380	9676253.08	726592.29	2525.173	2525.51
1+400	9676271.08	726601.01	2524.644	2525.04
1+420	9676289.07	726609.73	2524.651	2524.58
1+440	9676305.37	726598.98	2524.159	2524.12
1+460	9676321.57	726587.26	2523.83	2523.72
1+480	9676337.78	726575.54	2523.759	2523.39
1+500	9676356.15	726568.26	2523.437	2523.06
1+520	9676375.73	726564.17	2523.139	2522.73
1+540	9676395.3	726560.08	2522.758	2522.4
1+560	9676415.19	726558.69	2522.336	2522.07
1+580	9676434.7	726562.8	2521.927	2521.74
1+600	9676452.33	726572.11	2523.067	2521.41
1+620	9676468.39	726584.02	2522.271	2521.08
1+640	9676484.45	726595.94	2521.344	2520.75
1+660	9676501.84	726605.69	2520.782	2520.46
1+680	9676521.24	726610.31	2520.583	2520.33
1+700	9676541.23	726610.74	2520.535	2520.24
1+720	9676561.22	726610.9	2520.475	2520.16
1+740	9676581.22	726611.06	2520.356	2520.07
1+760	9676601.16	726610.02	2520.344	2519.98
1+780	9676620.14	726603.9	2520.609	2519.89
1+800	9676638.37	726595.69	2520.778	2519.81
1+820	9676656.61	726587.47	2520.017	2519.72



1+840	9676674.84	726579.25	2519.332	2519.63
1+860	9676693.07	726571.03	2518.51	2519.27
1+880	9676712.25	726566.03	2517.055	2518.37
1+900	9676731.49	726570.67	2519.192	2516.92
1+920	9676748.55	726581.11	2519.007	2515.01
1+940	9676765.56	726591.63	2513.595	2513.42
1+960	9676782.57	726602.15	2508.859	2512.37
1+980	9676800.49	726610.75	2509.445	2511.88
2+000	9676820.28	726610.31	2513.572	2511.92
2+020	9676837.92	726601.09	2514.481	2512.51
2+040	9676854.75	726590.29	2514.535	2513.63
2+060	9676871.59	726579.49	2514.969	2514.9
2+080	9676888.42	726568.69	2516.7	2516.17
2+100	9676905.25	726557.89	2517.758	2517.44
2+120	9676922.09	726547.09	2518.588	2518.62
2+140	9676938.92	726536.29	2519.333	2519.31
2+160	9676955.75	726525.49	2519.33	2519.46
2+180	9676972.59	726514.69	2519.362	2519.16
2+200	9676989.42	726503.89	2518.802	2518.81
2+220	9677006.25	726493.09	2518.742	2518.46
2+240	9677023.09	726482.29	2518.464	2518.12
2+260	9677039.92	726471.49	2517.915	2517.77
2+280	9677056.75	726460.69	2517.484	2517.42
2+300	9677073.59	726449.89	2517.007	2517.07
2+320	9677090.42	726439.09	2516.533	2516.72
2+340	9677107.25	726428.29	2516.135	2516.37
2+360	9677124.09	726417.49	2515.92	2516.02
2+380	9677140.99	726406.81	2515.733	2515.62
2+400	9677159.07	726398.3	2515.304	2515.13
2+420	9677178.3	726392.91	2515.112	2514.54
2+440	9677198.17	726390.79	2514.831	2513.85
2+460	9677218.11	726391.99	2514.273	2513.11
2+480	9677237.81	726395.45	2513.696	2512.38
2+500	9677257.49	726398.96	2512.781	2511.64
2+520	9677277.18	726402.48	2512.104	2510.91
2+540	9677296.87	726406	2511.468	2510.17
2+560	9677316.56	726409.52	2510.863	2509.44
2+580	9677336.25	726413.03	2510.35	2508.7
2+600	9677355.94	726416.55	2509.682	2507.96
2+620	9677375.62	726420.07	2508.288	2507.23
2+640	9677395.31	726423.58	2506.323	2506.49
2+646	9677401.35	726424.66	2505.968	2506.27

A continuación se comprobó el error entre los puntos del replanteo y los puntos de proyecto como se muestra en la tabla 29:

Tabla 29 Puntos replanteados y error

REPLANTEO				ERROR (PROYECTO Y REPLANTEO)		
ABSCISA	NORTE	ESTE	TERRENO	$\Delta$ NORTE	$\Delta$ ESTE	$\Delta$ TERRENO
0+020	9675170.48	726086.065	2559.821	-0.055	-0.005	0.042
0+040	9675181.96	726102.461	2559.736	-0.003	-0.019	-0.018
0+060	9675193.42	726118.914	2559.568	0.028	0.024	0.024
0+080	9675204.81	726135.327	2559.34	-0.024	0.027	0.114
0+100	9675220.21	726147.501	2558.702	-0.014	0.001	0.094
0+120	9675239.83	726147.609	2558.155	-0.022	0.009	0.037
0+140	9675257.19	726137.733	2557.025	0.01	0.013	-0.003
0+160	9675274.14	726127.163	2555.794	-0.007	0.033	-0.068
0+180	9675291.11	726116.53	2554.65	0.001	-0.01	0.094
0+200	9675308.04	726106.001	2553.215	-0.069	0.011	0.093
0+220	9675326.27	726097.772	2551.745	-0.02	0.022	0.211
0+240	9675345.58	726092.448	2550.182	0.014	0.028	0.221
0+260	9675364.9	726087.323	2548.77	-0.005	0.013	0.279
0+280	9675384.27	726082.305	2547.183	-0.005	-0.015	0.135
0+300	9675404.15	726081.142	2545.316	-0.023	0.002	-0.26
0+320	9675423.63	726085.44	2546.429	0.004	-0.01	0.108
0+340	9675441.13	726094.921	2545.663	-0.04	-0.019	0.021
0+360	9675455.42	726108.889	2542.023	-0.007	0.019	0.026
0+380	9675467.18	726125.012	2540.216	0.01	-0.048	-0.544
0+400	9675478.92	726141.296	2539.33	0.042	0.026	-0.204
0+420	9675490.53	726157.431	2538.399	-0.058	-0.049	0.042
0+440	9675500.79	726174.585	2536.828	0.005	-0.055	-0.061
0+480	9675517.94	726210.795	2534.276	-0.005	0.025	0.321
0+500	9675526.56	726228.83	2532.168	0.037	0	-0.081
0+520	9675535.14	726246.911	2531.185	0.039	0.011	0.345
0+540	9675543.69	726264.98	2530.608	-0.005	0.01	0.377
0+560	9675552.29	726283.009	2531.439	0.016	-0.021	-0.413
0+580	9675560.85	726301.067	2533.149	-0.004	-0.033	0.193
0+600	9675569.43	726319.152	2528.632	-0.003	-0.008	-0.065
0+620	9675578.00	726337.216	2527.378	-0.013	-0.014	0.086
0+640	9675587.97	726354.487	2526.887	-0.017	-0.023	0.376
0+660	9675601.33	726369.395	2526.63	0.033	-0.025	0.425
0+680	9675614.81	726384.169	2526.393	-0.015	0.009	0.021
0+700	9675628.33	726398.916	2526.144	-0.011	0.016	0.312
0+720	9675641.86	726413.652	2526.113	0.002	0.012	0.346
0+740	9675655.37	726428.375	2525.812	-0.007	0.005	0.465
0+760	9675669.34	726442.623	2525.213	-0.008	-0.037	0.337
0+780	9675686.28	726453.185	2524.568	0.004	0.005	0.268
0+800	9675705.1	726459.869	2524.292	-0.023	-0.011	-0.498
0+820	9675724.05	726466.322	2524.238	-0.019	0.032	0.388
0+840	9675743.02	726472.695	2523.689	0.01	-0.015	0.29
0+860	9675761.83	726479.417	2522.562	-0.022	0.017	0.326
0+880	9675779.35	726489.082	2521.359	-0.014	0.042	0.242
0+900	9675796.68	726499.043	2520.632	0.014	-0.007	0.356
0+920	9675813.99	726509.08	2520.207	-0.001	0.01	0.176

0+940	9675831.32	726519.085	2519.941	0.016	0.005	0.113
0+960	9675848.68	726529.004	2520.177	-0.002	0.024	0.191
0+980	9675868.12	726532.804	2520.256	0.019	0.024	0.258
1+000	9675887.67	726528.726	2519.911	0.016	0.016	0.291
1+020	9675907.11	726523.978	2521.8	0.024	-0.022	0.237
1+040	9675926.77	726520.419	2521.091	0.043	-0.041	-0.426
1+060	9675946.61	726522.148	2522.062	0.009	0.018	0.314
1+080	9675965.39	726528.938	2523.095	0.017	0.028	0.125
1+100	9675983.87	726536.485	2524.21	-0.014	0.015	-0.221
1+120	9676003.57	726539.706	2524.806	0.019	0.026	0.238
1+140	9676023.53	726540.423	2525.605	-0.006	0.013	0.254
1+160	9676043.54	726541.115	2526.576	0.005	-0.015	0.238
1+180	9676063.48	726541.866	2527.211	-0.033	0.016	0.154
1+200	9676083.51	726542.596	2528.021	0.008	0.026	0.168
1+220	9676103.48	726543.28	2528.682	-0.011	-0.01	0.265
1+240	9676123.42	726544.02	2528.909	-0.05	0	0.323
1+260	9676143.45	726544.806	2528.657	-0.011	0.016	0.183
1+280	9676162.94	726548.996	2528.175	-0.003	-0.014	0.593
1+300	9676181.09	726557.411	2527.259	0.009	0.001	-0.124
1+320	9676199.11	726566.131	2526.533	0.03	0.001	-0.267
1+340	9676217.11	726574.838	2526.37	0.028	-0.012	-0.131
1+360	9676235.09	726583.573	2525.828	0.011	0.003	0.253
1+380	9676253.1	726592.306	2525.211	0.022	0.016	0.038
1+400	9676271.07	726601.005	2524.822	-0.007	-0.005	0.178
1+420	9676289.06	726609.737	2524.692	-0.012	0.007	0.041
1+440	9676305.39	726598.981	2524.342	0.024	0.001	0.183
1+460	9676321.58	726587.284	2524.036	0.005	0.024	0.206
1+480	9676337.77	726575.522	2523.892	-0.009	-0.018	0.133
1+500	9676356.16	726568.264	2523.589	0.012	0.004	0.152
1+520	9676375.71	726564.208	2523.279	-0.017	0.038	0.14
1+540	9676395.29	726560.11	2522.957	-0.01	0.03	0.199
1+560	9676415.19	726558.705	2522.48	-0.005	0.015	0.144
1+580	9676434.69	726562.807	2522.123	-0.011	0.007	0.196
1+600	9676452.31	726572.136	2523.515	-0.017	0.026	0.448
1+620	9676468.39	726584.019	2521.628	-0.001	-0.001	-0.643
1+640	9676484.46	726595.955	2521.135	0.008	0.015	-0.209
1+660	9676501.83	726605.677	2520.869	-0.006	-0.013	0.087
1+680	9676521.23	726610.314	2520.74	-0.009	0.004	0.157
1+700	9676541.21	726610.731	2520.676	-0.019	-0.009	0.141
1+720	9676561.21	726610.894	2520.592	-0.014	-0.006	0.117
1+740	9676581.21	726611.067	2520.471	-0.013	0.007	0.115
1+760	9676601.14	726610.034	2520.437	-0.023	0.014	0.093
1+780	9676620.16	726603.884	2520.658	0.023	-0.016	0.049
1+800	9676638.35	726595.686	2520.692	-0.016	-0.004	-0.086
1+820	9676656.6	726587.477	2520.07	-0.01	0.007	0.053
1+840	9676674.84	726579.238	2519.378	-0.004	-0.012	0.046
1+860	9676693.07	726571.017	2518.472	0	-0.013	-0.038
1+880	9676712.24	726566.019	2516.978	-0.009	-0.011	-0.077



1+900	9676731.51	726570.665	2519.338	0.021	-0.005	0.146
1+920	9676748.57	726581.08	2519.006	0.018	-0.03	-0.001
1+940	9676765.56	726591.643	2513.583	-0.003	0.013	-0.012
1+960	9676782.59	726602.156	2508.548	0.021	0.006	-0.311
1+980	9676800.47	726610.709	2509.108	-0.018	-0.041	-0.337
2+000	9676820.29	726610.287	2513.685	0.005	-0.023	0.113
2+020	9676837.93	726601.096	2514.481	0.007	0.006	0
2+040	9676854.72	726590.264	2514.593	-0.034	-0.026	0.058
2+060	9676871.57	726579.524	2515.226	-0.022	0.034	0.257
2+080	9676888.41	726568.69	2516.732	-0.006	0	0.032
2+100	9676905.24	726557.876	2517.81	-0.014	-0.014	0.052
2+120	9676922.08	726547.083	2518.624	-0.007	-0.007	0.036
2+140	9676938.9	726536.317	2519.173	-0.017	0.027	-0.16
2+160	9676955.76	726525.496	2519.39	0.012	0.006	0.06
2+180	9676972.58	726514.683	2519.353	-0.006	-0.007	-0.009
2+200	9676989.44	726503.93	2519.222	0.019	0.04	0.42
2+220	9677006.26	726493.081	2518.55	0.013	-0.009	-0.192
2+240	9677023.09	726482.283	2518.234	0.001	-0.007	-0.23
2+260	9677039.89	726471.476	2517.876	-0.029	-0.014	-0.039
2+280	9677056.75	726460.713	2517.334	0	0.023	-0.15
2+300	9677073.59	726449.892	2516.959	0.003	0.002	-0.048
2+320	9677090.41	726439.129	2516.522	-0.009	0.039	-0.011
2+340	9677107.26	726428.268	2516.141	0.012	-0.022	0.006
2+360	9677124.07	726417.489	2515.972	-0.02	-0.001	0.052
2+380	9677140.98	726406.838	2515.804	-0.007	0.028	0.071
2+400	9677159.07	726398.347	2515.437	-0.004	0.047	0.133
2+420	9677178.29	726392.913	2515.174	-0.006	0.003	0.062
2+440	9677198.19	726390.754	2514.997	0.024	-0.036	0.166
2+460	9677218.11	726392.003	2514.499	0.004	0.013	0.226
2+480	9677237.8	726395.455	2513.727	-0.014	0.005	0.031
2+500	9677257.48	726398.961	2513.024	-0.008	0.001	0.243
2+520	9677277.16	726402.467	2512.301	-0.018	-0.013	0.197
2+540	9677296.84	726406.001	2511.651	-0.03	0.001	0.183
2+560	9677316.53	726409.51	2511.013	-0.029	-0.01	0.15
2+580	9677336.23	726413.02	2510.441	-0.022	-0.01	0.091
2+600	9677355.92	726416.539	2509.748	-0.021	-0.011	0.066
2+620	9677375.59	726420.071	2508.394	-0.03	0.001	0.106
2+640	9677395.3	726423.578	2506.635	-0.009	-0.002	0.312
2+646	9677401.34	726424.656	2506.056	-0.009	-0.004	0.088

Los máximos errores encontrados se resumen a continuación:

Norte: 0.043 m

Este: 0.047 m

Terreno: -0.643 m

El error máximo tanto en coordenadas norte y este fue de 4.3 cm y de 4.7 cm respectivamente, mientras en cota de terreno es de -64.3 cm (el signo menos representa que el punto replanteado está más arriba de la cota levantada en topografía); este valor es relativamente alto comparado con los errores de las otras coordenadas, esto se podría deber en primera instancia a que la vía luego de realizado el levantamiento topográfico fue sometida por parte de la prefectura del Azuay a un lastrado, lo que ocasionó que la misma aumente su espesor de capa de rodadura en la actualidad. De igual forma pudo presentarse errores topográficos debido al manejo del equipo empleado por el personal que efectuó el levantamiento, calibración de la estación empleada o condiciones climáticas o de tráfico al momento de realizar el trabajo de topografía.

### 2.7.1 ASPECTOS GENERALES PRESENTADOS EN EL REPLANTEO Y MEDIDAS PROPUESTAS

A continuación se detalla los principales aspectos encontradas en el replanteo y las medidas propuestas si así se requieran:

- La vía proyectada pasaría por los muros de las viviendas y de la institución educativa adjunta. En este tramo por razones propias de diseño, es imposible no afectar los muros, siendo una medida sugerida sujeta análisis de las entidades pertinentes encargadas de la construcción, que en este tramo no se coloque las veredas. La figura 13 se aprecia el tramo afectado:



Figura 13 Muros de viviendas y unidad educativa

- Abscisa 0+500: En este punto la vía pasaría por una vivienda. Se tomó mediciones con cinta entre las abscisas 0+500 y la abscisa 0+520 a las esquinas más cercanas de la casa y mediante el método de triangulación se verificó que esta casa se vería afectada con el diseño definitivo de la vía. En este tramo no existe la suficiente longitud de transición en la curva como para desplazar significativamente los ejes. Por lo que para no afectar a la vivienda se moverá 1 metro el eje hacia la parte sur este respecto a la vía y así mismo se sugiere la no colocación de veredas en este tramo (0+480 hasta la 0+520). En la figura 14 se



puede apreciar el eje y la distancia a la vivienda y en la ilustración 12 se observa las mediciones tomadas y los ejes tanto del diseño anterior como el definitivo (corregido):



Figura 14 Vivienda afectada

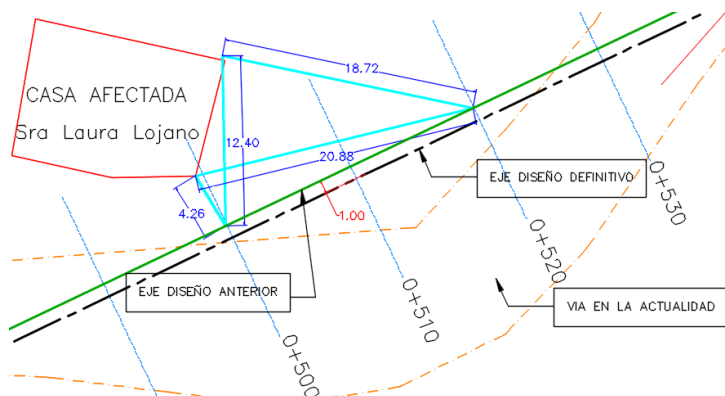


Ilustración 12 Medidas para no afectar a vivienda

- Abscisa 1+250 - 1+280: El eje se localiza cercano de una vivienda, por lo que en el tramo comprendido entre 1+240 hasta la 1+250 se sugiere la no colocación de veredas. Por la cercanía a la población del Despacho, donde se localiza mayormente viviendas y una iglesia, no se puede intervenir el eje en este tramo del proyecto ya que afectaría más adelante a esta población. La ilustración 13 se puede apreciar el diseño del eje definitivo (corregido) y la ubicación de la vivienda:

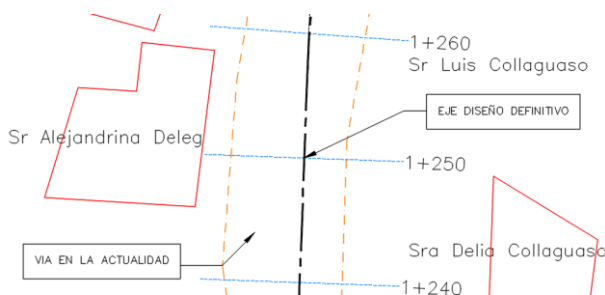


Ilustración 13 Medidas para no afectar a vivienda

- Abscisa 1+320 - 1+380: El eje se localiza junto a linderos de terrenos, donde la vía afectaría los muros de viviendas. Por la cercanía a la población del Despacho, donde se localiza mayormente viviendas y una iglesia, no se puede intervenir en este tramo del proyecto ya que afectaría más adelante a esta población.
- Abscisa 1+440: En este punto la vía pasaría por dos viviendas. Se tomó mediciones con cinta entre las abscisas 1+420 y la abscisa 1+440 a las esquinas más cercanas de la casa y que mediante el método de triangulación se verificó que esta casa se vería afectada con el diseño definitivo de la vía y que al mismo tiempo no estaba en el levantamiento topográfico. Por lo mencionado anteriormente es imposible modificar geométricamente el diseño en estos puntos pues afectarían otras edificaciones principalmente a la iglesia del sector así como otras viviendas. Se propone desde la abscisa 1+400 hasta la 1+460 no colocar veredas para de esta manera no afectar a estas viviendas. En la figura 15 se puede apreciar las

viviendas afectadas y en la ilustración 14 se observa las mediciones tomadas y el diseño del eje definitivo (corregido).



Figura 15 Vivienda afectada (despacho)

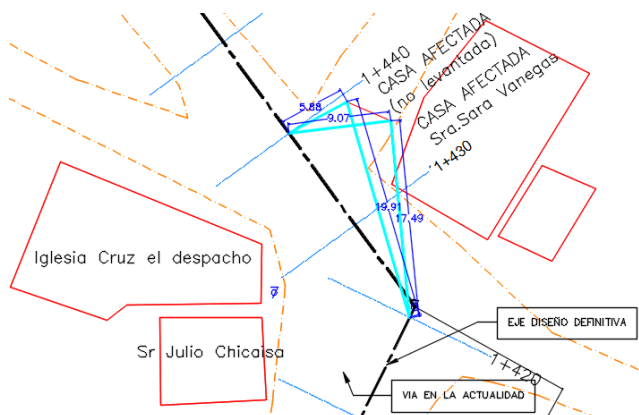


Ilustración 14 Medidas para no afectar a vivienda

- Abscisa 1+460: Existe una vivienda que se encontraría en una ubicación incorrecta en el levantamiento topográfico proporcionado (despacho). Esta no se vería afectada en caso de que la vía se construya. En la figura 16 se puede apreciar la vivienda afectada:



Figura 16 Vivienda no levantada en topografía (despacho)

- Abscisa 1+540 En este punto la vía pasaría por una vivienda. Se tomó mediciones con cinta entre las abscisas 1+520 y la abscisa 1+540 a las esquinas más cercanas de la casa y que mediante el método de triangulación se verificó que esta casa se vería afectada con el diseño definitivo de la vía. Como medida para minimizar en lo posible su afección, se aumentó el radio en esta curva a 110 m. No se pudo aumentar mayormente el radio o mover el eje pues se vería afectada otras viviendas, de igual manera se propone no colocar veredas desde la abscisa 1+520 hasta la 1+550. En la figura 17 se aprecia la vivienda afectada y en la ilustración 15 se observa las mediciones tomadas y los ejes tanto del diseño anterior como el definitivo (corregido).



Figura 17 Vivienda afectada (veterinaria)

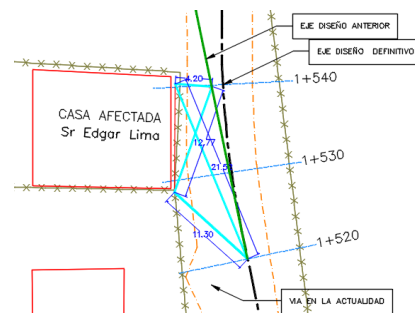


Ilustración 15 Medidas para no afectar a vivienda

- Abscisa 1+640: En este punto la vía pasaría cerca de una vivienda. Ante esto se movió el eje 0.85 cm, quedando así mismo a criterio de la parte contratante el colocar veredas o no. En la figura 18 se aprecia la vivienda afectada y en la ilustración 16 se tiene las mediciones tomadas y los ejes tanto del diseño anterior como el definitivo (corregido).



Figura 18 Vivienda afectada

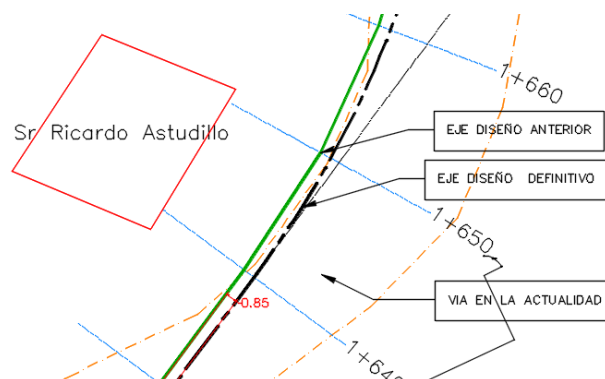


Ilustración 16 Medidas para no afectar a vivienda

- Abscisa 1+660 - 1+850: La vía pasaría por muros de viviendas. Al mover 0.85 cm el eje se ayudará para que no se perjudique mayormente los terrenos de los beneficiarios así también se propone no colocar veredas quedando a criterio de la parte contratante.
- Abscisa 2+160 - 2+300: en la 2+160 existe una vivienda cercana a la vía. El dueño solicitó que no ingrese mayormente a su terreno. En todo este tramo la vía pasaría por los predios (muros y terreno) de la parte derecha de la vía (sentido sur norte). Para ayudar a no afectar estos predios se movió el eje 1 metro, así también se propone la no colocación de veredas desde la abscisa 2+160 hasta la 2+280 quedando a criterio de la parte contratante. En la figura 19 se aprecia el terreno afectado y en la ilustración 17 se tiene los ejes tanto del diseño anterior como el definitivo (corregido).



Figura 19 Muros afectados

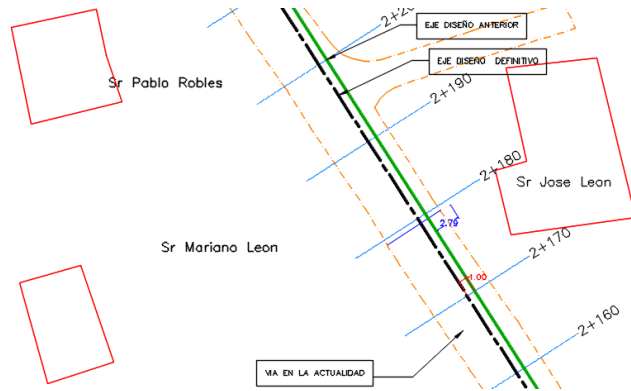


Ilustración 17 Medidas para no afectar a terreno ni vivienda

- Abscisa 2+380: En este punto la vía pasaría por una vivienda. Esta vivienda es antigua. Para no afectar a otras viviendas ubicadas más adelante se aumentó el radio de 120 m a 140 m. Se propone para la no afectación significativa de esta vivienda la no colocación de veredas desde la abscisa 2+360 hasta la 2+643.82 quedando a criterio de la parte contratante tomar en cuenta esta sugerencia. En la figura 20 se aprecia la casa afectada y en la ilustración 18 se tiene los ejes tanto del diseño anterior como el definitivo (corregido).



Figura 20 Vivienda afectada

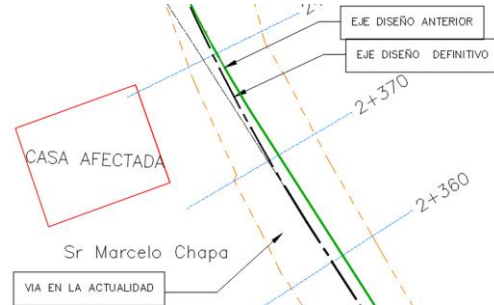


Ilustración 18 Medidas para no afectar a vivienda

- Abscisa 2+410: La vía pasaría por una vivienda. Para ayudar a no afectar de gran manera esta casa se amplió el radio a 140 m. Se plantea la no colocación de veredas desde la abscisa 2+360 hasta la 2+643.82 quedando a criterio de la parte contratante tomar en cuenta esta sugerencia para no afectar esta vivienda al no poder realizar modificaciones al diseño geométrico puesto que estos cambios afectarían a otras viviendas. Esta casa presenta una entrada la que únicamente se vería afectada. En la figura 21 se aprecia la casa afectada y en la ilustración 19 se tiene los ejes tanto del diseño anterior como el definitivo (corregido).



Figura 21 Vivienda afectada

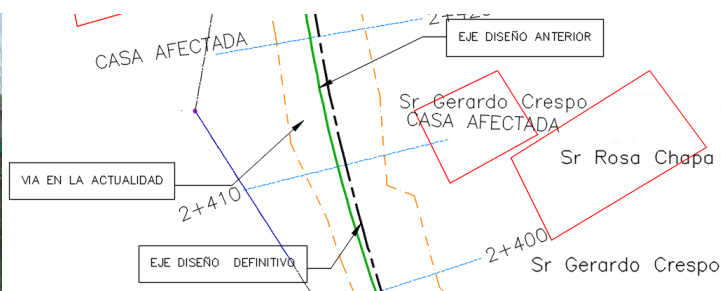


Ilustración 19 Medidas para no afectar a vivienda

- Abscisa 2+430: La vía pasará por el muro de casa en un lado y del otro pasaría cerca de una vivienda. En este punto no se encuentra levantado acordemente la topografía ya que se considera como una sola casa y en campo se observó que están 2 casas. Como se explicó anteriormente para ayudar a no afectar de gran manera las casas se amplió el radio a 140m. Se sugiere la no colocación de veredas desde la abscisa 2+360 hasta la 2+643.82 quedando a criterio de la parte contratante. En la figura 22 se aprecia la casa afectada y en la ilustración 20 se tiene los ejes tanto del diseño anterior como el definitivo (corregido).



Figura 22 Vivienda afectada

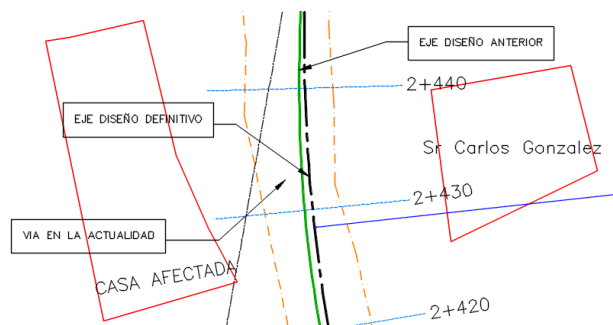


Ilustración 20 Medidas para no afectar a vivienda

- Abscisa 2+440: La vía pasaría cercana de un muro de una casa en un lado y del otro estaría cerca de una vivienda. Se propone la no incorporación de veredas desde la abscisa 2+360 hasta la 2+643.82 para no afectar mayormente con el proyecto. La figura 23 se aprecia los muros y vivienda afectada:



Figura 23 vivienda afectada



- Abscisa 2+460: Existe el conflicto de que en este punto la vía pasaría por una vivienda. Esta vivienda no consta en el levantamiento topográfico proporcionado. Se tomó mediciones con cinta entre las abscisas 2+460 y la abscisa 2+480 a las esquinas más cercanas de la casa y que mediante el método de triangulación se verificó que esta casa se vería afectada con el diseño definitivo de la vía. Para tratar ende no afectar en gran medida estos predios se movió el eje 0.50m como se puede apreciar en la siguiente figura. Se sugiere de igual manera la no colocación de veredas desde la abscisa 2+360 hasta la 2+643.82 para no afectar mayormente con el proyecto. En la figura 24 se aprecia la casa afectada y en la ilustración 21 se tiene los ejes tanto del diseño anterior como el definitivo (corregido).



Figura 24 Vivienda afectada

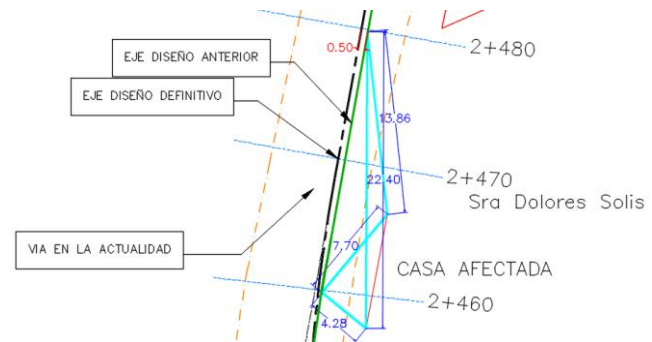


Ilustración 21 Medidas para no afectar a vivienda

- Abscisa 2+480 - 2+643.82: Muros de viviendas en los que la vía pasaría en ambos lados de la vía. Para tratar ende no afectar en gran medida estos predios se movió el eje 0.50m. Se plantea de igual forma la no colocación de veredas desde la abscisa 2+360 hasta la 2+643.82 para no afectar mayormente con el proyecto quedando a criterio de la parte contratante acoger esta sugerencia. En la figura 25 se aprecia los muros afectados:



Figura 25 Muros afectados

Los cambios realizados al diseño horizontal por ende variarán en el diseño vertical, por lo que al realizar los mismos se procuró no afecten o varíen en gran medida el diseño original propuesto por el equipo de trabajo.

### 3. CAPÍTULO 3. DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

Este capítulo tratará todos los aspectos relacionados al diseño de la estructura del pavimento de la vía tanto flexible como rígido, en los que se detallan la Geología local y regional, análisis de peligro sísmico de la zona, análisis de los fenómenos de inestabilidad que se presentan en la zona, estudio geotécnico, conteo de tránsito y diseño de pavimentos.

#### 3.1 GEOLOGÍA LOCAL Y REGIONAL

En lo concerniente a la parte geológica de la parroquia de El Valle está presente el grupo Azogues, Chota y Ayancay, formado esencialmente por arcillas, tobas, areniscas y conglomerados. Se localizó de igual manera las formaciones de Biblián, Yunguilla y Volcánicos Pisayambo (Toledo, 2015). La tabla 30 determina el área de cada formación que está presente en la parroquia de El Valle.

Tabla 30 Geología de la parroquia de El Valle  
Fuente: (Toledo, 2015)

Símbolo	Formación	Litología	Área	%
<b>MPI Y</b>	Grupos Azogues, Chota Y Ayancay	Arcillas, tobas, areniscas, conglomerados	2250,45	51.11
<b>MB</b>	Biblián	Arcillas, areniscas, lavas	1044,70	23.72
<b>MPI P</b>	Volcánicos Pisayambo	Andesitas a riolitas, piroclásticos	310,98	7,06
<b>KP CY</b>	Yunguilla	Lutitas, calizas, volcanoclastos	798,29	18,12
<b>Total</b>			<b>4404,43</b>	<b>100</b>

#### GRUPOS AZOGUES, CHOTA Y AYANCAY

- Azogues (MAz): Extendido a partir del norte de la ciudad de Cuenca hasta desaparecer en la formación Turi, su litología se basa en areniscas tobaceas gruesas de color café, donde por lo general los depósitos de limolitas y arcillas no sobrepasan el metro de espesor. Pertenece al Mioceno medio (18 – 10 Ma)(Toledo, 2015).
- Chota (MioCh): Se encuentra a lo largo de las riberas del Río Chota y como un relicto cerca de la estación Carchi, donde se encuentra en contacto fallado con la Unidad Yungilla al este. Comprende areniscas grises masivas y conglomerados soportados por la matriz, que contienen clastos de lutitas, cherts y granitoides débilmente foliados. La unidad no ha sido datada, pero Van Thournout (1991) le asigna una edad Miocénica basándose en consideraciones estratigráficas (Toledo, 2015).
- Ayancay (MioAy): Forma parte de la secuencia sedimentaria de la cuenca de Cuenca, extendiéndose hacia el Norte desde Cuenca hasta Azogues. Es de origen fluvial y está compuesto predominantemente de areniscas, lutitas verdes y rojas y limolitas, con escasas tobas, capas de carbón y conglomerados. Descansa inconformemente sobre el Grupo Saraguro y está sobre yacido por la Formación Turi. Su edad es Mioceno medio (18-10 Ma) (Toledo, 2015).
-



## UNIDAD BIBLIÁN

La formación Biblián es caracterizada por areniscas tobaceas de grano grueso y arcillas rojizas, esta formación representa al estrato más antiguo depositado en la cuenca de Cuenca (Mioceno) (Toledo, 2015).

## VOLCÁNICOS PISAYAMBO

Las formaciones Volcánicos Pisayambo se caracterizan por la predominancia de piroclastos en la unidad interior que consisten en brechas gruesas y aglomerados, como también tobas con algunas lavas. En la parte superior predominan flujos masivos de lavas basálticas, andesíticas. (Época Mioceno - Plioceno) (Toledo, 2015).

## FORMACIÓN YUNGUILLA

La Formación Yunguilla localizada en la cordillera Occidental está compuesta por limolitas negras, lava y areniscas volcánicas verdes (época Cretácico Superior - Paleoceno) (Toledo, 2015).

A continuación en la ilustración 22 se presenta de las formaciones localizadas en la parroquia de El Valle:

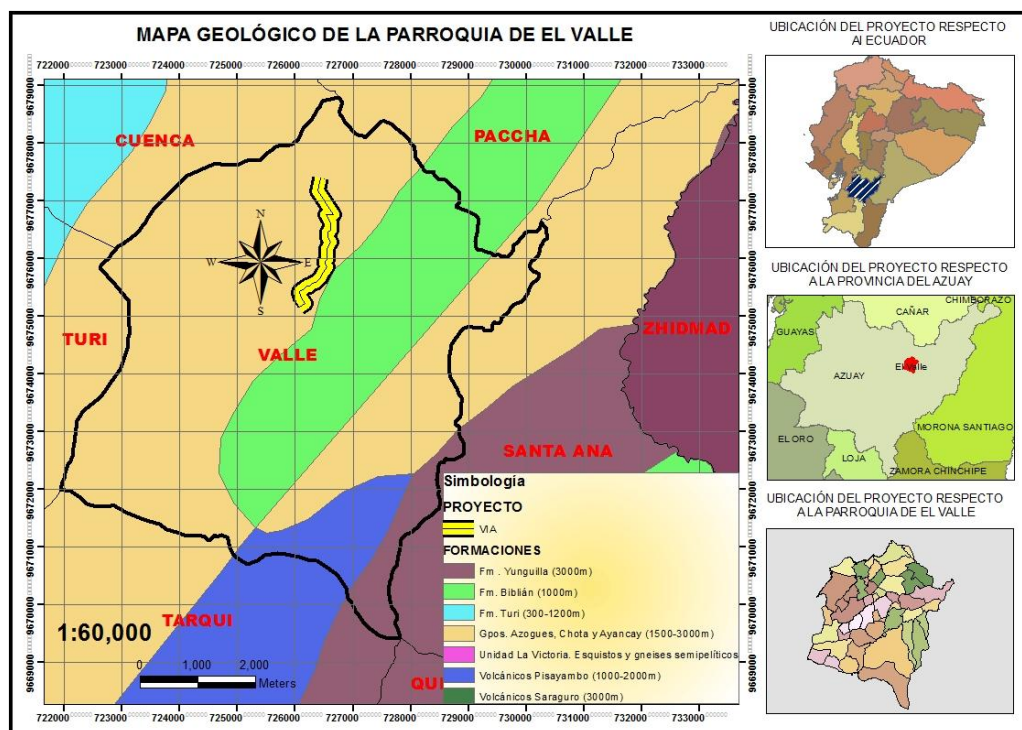


Ilustración 22 Mapa Geológico de la parroquia de El Valle

### 3.2 ANÁLISIS DE PELIGRO SÍSMICO DE LA ZONA DEL PROYECTO

El área de estudio se encuentra ubicada en la zona sismogénica II (alta), los sismos son profundos con eventos superficiales escasos. Se tiene sismicidad relacionado con la falla Pallatanga, la misma que se extiende desde Riobamba, continuando por el Triunfo, Naranjal hasta llegar a la parte sur del golfo de Guayaquil y la microsísmica provocada por los movimientos diferenciales de la falla Girón (Urgilés, 2014). La tabla 31 determina la zona sísmica y la caracterización de la amenaza sísmica, en función del valor de las aceleraciones obtenida mediante la ilustración 23:

Tabla 31 Zonificación sísmicas  
Fuente: (MTOP, 2014)

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.50$
Caracterización de la amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Para la determinación del valor de la aceleración sísmica de diseño, se ha utilizado el mapa de peligros sísmicos elaborado en el año 2011 mostrado en la ilustración 23 (MTOP, 2014):

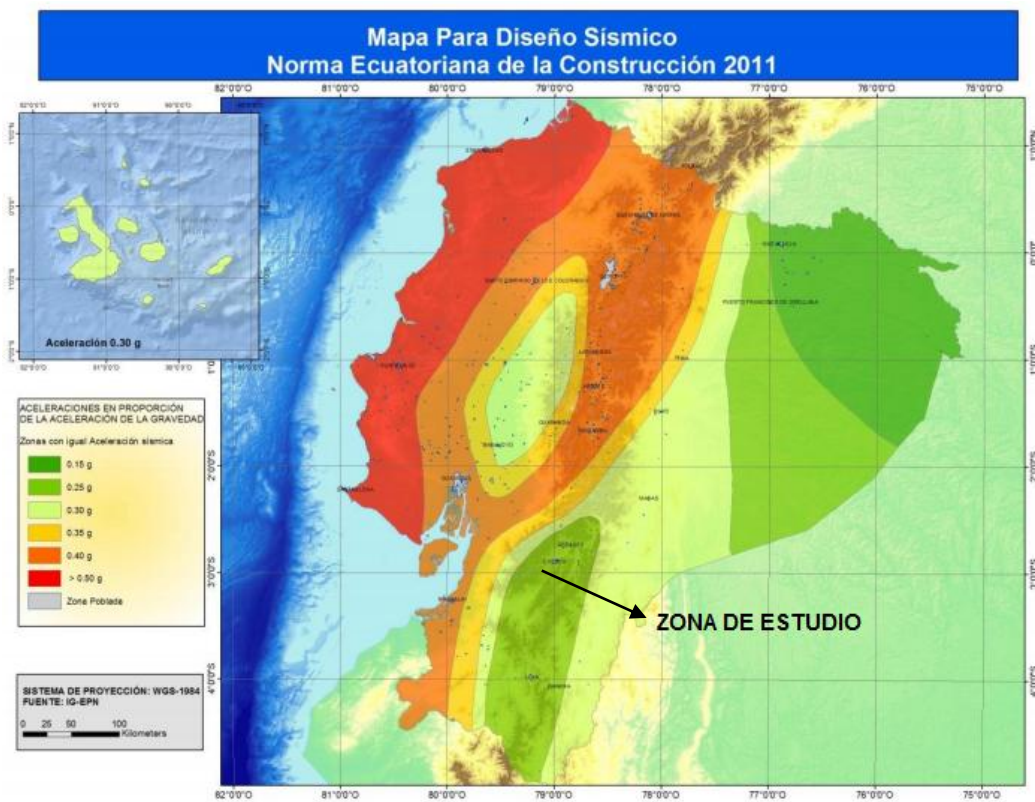


Ilustración 23 Mapa para diseño sísmico  
Fuente: (MIDUVI, 2014)



Para los análisis de estabilidad por métodos pseudoestáticos para muros y taludes se recomienda emplear un coeficiente sísmico igual a  $1/2$  de la aceleración máxima del terreno (Urgilés, 2014). De este modo, el valor del coeficiente sísmico para el área de estudio será de 0.25 g obtenido mediante la ilustración 23 para la ciudad de Cuenca, con esto en base a la tabla 31 la zona sísmica es la II y la amenaza sísmica es alta.

### 3.3 ANÁLISIS DE LOS FENÓMENOS DE INESTABILIDAD QUE SE PRESENTAN EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Los fenómenos de inestabilidad se clasifican en activos, latentes y relictos (Urgilés, 2014). Los activos se refieren a los que existe un movimiento visible en el terreno. Latentes también llamados inactivos que pueden ser reactivados si se van deteriorando las condiciones físicas - mecánicas de los terrenos a causa de fenómenos hidrometeorológicos y/o actividad humana y relictos son aquellos cuya inestabilidad fue causada por condiciones hidrometeorológicas y morfológicas muy diferentes a las que predominan en la actualidad.

En el área en estudio se pudo verificar que no existen fenómenos de inestabilidad, principalmente porque no existen zonas de taludes pronunciados o fallas geológicas. Las alturas de los taludes no superan los 5 metros. Cabe mencionar que todas las obras que se realicen en la vía ayudarán a que no se produzca estos fenómenos a futuro.

### 3.4 ESTUDIO GEOTÉCNICO

La construcción de las vías implica el uso de suelos de manera selectiva, basado en la aplicación de la mecánica de suelos.

La extracción de las calicatas fueron tomadas siguiendo el patrón de distancias recomendadas por el MTOP, cada 500 metros en terrenos homogéneos, a una profundidad que varía entre 0.30 y 1.70 metros.

#### 3.4.1 ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio se realizan para la determinación de las características mecánicas de un terreno. Estos ensayos se ejecutan mediante las muestras previamente obtenidas de suelo y, dependiendo del estudio, se realizará los ensayos de laboratorio.

Los ensayos de laboratorio determinados en las normas ASTM y AASHTO que se realizaron son los siguientes:

- Contenido de humedad ASTM D-2216

Está formado por la suma de sus aguas libres, capilares e higroscópicas. La ecuación 20 se emplea para el cálculo del contenido de humedad:

$$W = \frac{W_w}{W_s} * 100\%$$

Ecuación 20 Contenido de humedad

Fuente: (ASTM, 2003)

Donde:

W = contenido de humedad expresada en %.

Ww = Peso del agua existente en la masa del suelo.

Ws = Peso de las partículas sólidas.

- Granulometría ASTM D-422

Se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. La ecuación 21 se emplea para el cálculo del porcentaje retenido del material:

$$\%RETENIDO = \frac{\text{Peso del suelo retenido}}{\text{Peso total del suelo}} \times 100$$

Ecuación 21 Granulometría

Fuente: (ASTM, 2003)

- Límite líquido AASHTO T-89

Es el contenido de humedad expresado en porcentaje, respecto del peso seco de la muestra con el cuál el suelo cambia del estado líquido al estado plástico. El método que actualmente se utiliza para determinar el límite líquido es el que ideó Casagrande.

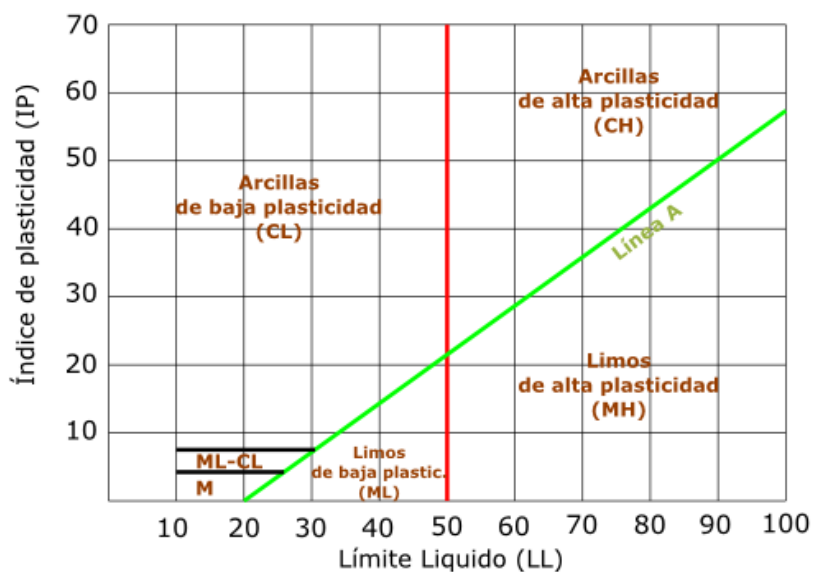


Figura 26 Carta de plasticidad

Fuente: («Límites de Atterberg», 2017)

- Límite plástico AASHTO T-90

Se define como el contenido de humedad que tiene el suelo al pasar de un estado semisólido a plástico. Se define también como el contenido de humedad que posee un suelo cuando comienza a resquebrajarse al ser amasado en cilindros de 3mm de diámetro aproximadamente.

- Índice de plasticidad

Es la diferencia entre límite líquido y límite plástico según AASHTO T-90. Este índice define la zona en la cual el suelo se comporta o se encuentra en estado plástico. (Ver la carta de plasticidad figura 26)

La expresión general para el cálculo del índice de plasticidad se muestra en la ecuación 22:

$$IP = LL - LP$$

Ecuación 22 Índice de plasticidad  
Fuente: (Montejo, 1998)

Donde:

LL: límite líquido.

LP: límite plástico.

Según Atterberg:

Índice plástico = 0 entonces, suelo no plástico

Índice plástico = 7 entonces, suelo tiene baja plasticidad

Índice plástico = 7 ≤ I.P. ≤ 17 suelo medianamente plástico

De acuerdo con el sistema de clasificación, los suelos están clasificados en ocho grupos designados por los símbolos de A-1 al A-7 como se puede apreciar en la tabla 32 y 33 (Montejo, 1998):

Tabla 32 Clasificación de los suelos (AASHTO)  
Fuente: (Montejo, 1998)

Clasificación general	Materiales granulares (35%, ó menos, pasa el tamiz No. 200)			Materiales limo-arcillosos (Más del 35% pasa el tamiz No. 200)			
	A - 1	A - 3*	A - 2	A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
Porcentaje que pasa el tamiz:							
No. 10 (2.00 mm)	-	-	-	-	-	-	-
No. 40 (0.425 mm)	50 máx.	51 mín.	-	-	-	-	-
No. 200 (0.075 mm)	25 máx.	10 mín.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características del material que pasa el tamiz No. 40 (0.425 mm):							
Límite líquido	-	-	-	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad.	6 máx.	NP	-	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
* La colocación de A-3 antes A-2, se hace únicamente por razones de ordenamiento de cantidades.							

Tabla 33 Clasificación de los suelos (AASHTO)  
Fuente: (Montejo, 1998)

Fuente: (Monte, 1959)

Clasificación general	Materiales granulares (35%, ó menos, pasa el tamiz No. 200)							Materiales limo-arcillosos (Más del 35% pasa el tamiz No. 200)			
Grupos	A - 1	A - 2									A-7
Subgrupos	A-1-a	A-1-b	A - 3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5 A-7-6
Porcentaje que pasa el tamiz: No. 10 (2.00 mm) No. 40 (0.425 mm) No. 200 (0.075 mm)	50 máx. 30 máx. 15 máx.	— 50 máx. 25 máx.	— 51 mín. 10 máx.	— — 35 máx.	— — 35 máx.	— — 35 máx.	— — 35 máx.	— — 36 mín.	— — 36 mín.	— — 36 mín.	
Características del material que pasa el tamiz No. 40 (0.425 mm): Límite líquido Índice de plasticidad	— 6 máx.	— NP	— 40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	
Terreno de fundación	Excelente a bueno	Excelente a bueno	Excelente a bueno					Regular a malo			

\* El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5, es igual ó menor a LI-30.

El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6, es mayor que LI-30.

La clasificación unificada de suelos divide en:

- Suelos de grano fino, suelos de grano grueso, suelos orgánicos.

Los suelos de grano grueso y fino se distinguen mediante el tamizado del material por el tamiz No 200

(Montejo, 1998). Su clasificación se aprecia en la tabla 34:

- Compactación ASTM D-698

Es la relación en porcentaje entre el peso volumétrico seco obtenido en el campo y el peso volumétrico máximo obtenido en el laboratorio.

La humedad que contenga el suelo, representa la cantidad de agua necesaria para que el suelo pueda alcanzar el grado máximo de resistencia y acomodo de sus partículas.

- CBR ASTM D-1883

El ensayo de CBR (Razon Soporte California), mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas. El ensayo de CBR se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos principalmente utilizados como bases y subrasantes bajo el pavimento de carreteras, la tabla 35 muestra una clasificación típica:



Tabla 34 Clasificación de los suelos (SUCS)  
Fuente: (Montejo, 1998)

CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO					
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS MÁS DE LA MITAD DEL MATERIAL ES RETENIDO EN LA MALLA Nº200 (Ø)		SUELOS DE PARTICULAS FINAS MÁS DE LA MITAD DEL MATERIAL PASA LA MALLA Nº200 ( USESE LA CURVA GRANULOMÉTRICA PARA IDENTIFICAR LAS FRACCIONES DE SUELO )		SÍMBOLOS DEL GRUPO	
ARENAS MÁS DE LA MITAD DE LA FRACCIÓN GRUESA PASA LA MALLA Nº4 ( usease la curva granulométrica para identificar las fracciones de suelo )		GRAVAS MÁS DE LA MITAD DE LA FRACCIÓN GRUESA ES RETENIDA EN LA MALLA Nº4 ( usease la curva granulométrica para identificar las fracciones de suelo )		GW	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GP	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GM	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GC	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		SW	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		SP	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		SM	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		SC	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		ML	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		CL	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		OL	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		MH	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		CH	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		OH	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS ( POCO O NADA DE CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		GRAVAS LIMPAS ( CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS )		Pt	
ARENAS LIMPAS					

Ø- TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS US. STANDAR

Tabla 35 Clasificación de suelos para infraestructura de pavimentos  
Fuente: (Cordo, 1998)

CBR	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN	
			UNIFICADO	AASHTO
0-3	muy pobre	subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3-7	pobre o regular	subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7-20	regular	subbase	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	bueno	base, subbase	GM, GC, W, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	excelente	base	GW, GM	A1-a, A2-4, A3



- Ensayo de corte directo

Este ensayo se pretende conseguir la rotura de una muestra según un plano predeterminado, con el fin de poder conocer experimentalmente los parámetros de cohesión y ángulo de rozamiento que nos definen la resistencia del suelo granular (Izquierdo, s. f.).

La tabla 36 muestra en resumen los resultados obtenidos del análisis de suelos realizados en laboratorio:

**Tabla 36 resumen de resultados**

P	COORDENADAS		GRAVA	ARENA	FINOS	HN	LL	IP	IG	D.MAX. (Kg/m³)	H.OPT	CBR 95%	SUCS	AASHTO	Cohesión c (Kg/cm²)	φ	γ (kg/m³)	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
	E	N																	
1	726421	9677402	10.30%	27.81%	61.90%	23.52%	62.03%	33.24%	16	1.685	23.50%	2.60	CH	A-7-6	0.55	0	1620	Arcilla arenosa plastica color negra, con minoritaria presencia de gravas	Se a considerado suelo cohesivo puro
2	726447	9677076	13.55%	27.32%	59.13%	21.17%	52.71%	23.02%	12	1.770	19.50%	3.70	MH	A-7-6	0.55	10	1710	Limos Areno - arcillosos de mediana plasticidad color café oscuro, con minoría presencia de grava	
3	726637	9676076	15.88%	50.64%	33.48%	20.17%	45.52%	20.16%	2	1.890	17.00%	4.80	SC	A-2	0.35	17	1822	Arenisca arcillosa color abano, baja plasticidad	
4	726588	9676026	9.51%	27.51%	62.98%	24.26%	61.25%	31.98%	16	1.630	23.10%	2.30	CH	A-7-6	0.70	0	1562	Arcillas - arenosas negras, plásticos con minoritaria presencia de grava	Se ha considerado suelo cohesivo puro
5	726522	9675915	5.72%	19.80%	74.48%	29.28%	75.40%	40.74%	20	1.600	28.50%	1.70	CH	A-7-5	0.65	0	1530	Arcilla pura plástica, coloración negra	Se ha considerado suelo cohesivo puro
6	726386	9675611	10.42%	22.39%	67.18%	25.92%	70.14%	36.99%	18	1.640	26.00%	2.00	CH	A-7-5	0.54	0	1590	Arcilla pura plástica, coloraciones negra y café oscuro	Se ha considerado suelo cohesivo puro
7	726091	9675349	6.86%	20.30%	72.84%	28.58%	76.34%	41.75%	19	1.610	27.80%	1.90	CH	A-7-5	0.55	0	1540	Arcilla pura plástica, coloración negra	Se ha considerado suelo cohesivo puro

Los resultados de laboratorio de cada calicata se muestran en el anexo 2

### 3.5 CONTEO DE TRÁNSITO

**Conteo Volumétrico.** El conteo se lo realizó en la intersección, ubicada en la vía a El Valle y Vía del Centro Parroquial - Guncay, el día miércoles 20 de septiembre del 2017 desde las 06:00 am hasta las 20:30 pm, es una intersección en cruz regulada por un semáforo. La intersección cuenta con 7 aproximaciones 4 salidas y 3 entradas.

Hacia el norte se conecta con la vía Monay, Baguanchi, Paccha, donde se encuentran instituciones públicas y privadas entre las más destacadas se encuentra el Hospital del Seguro Social IESS además hacia el sur y al este permite el paso hacia Santa Ana, donde existe gran cantidad de zonas comerciales y por ultimo hacia el Oeste se puede dirigir a Turi, lugar turístico importante para la ciudad de Cuenca.

El conteo se efectuó en las intersecciones de la vía a El Valle y la vía Centro Parroquial - Guncay. El método empleado para la realización del conteo vehicular fue del tipo manual, durante 14.5 horas.

El número de personas que integraron el equipo de trabajo fue de 4, estableciendo una determinada zona para el conteo vehicular donde se optó por designar 4 estaciones asignando, 1 encuestador por cada estación como se puede observar en la ilustración 24.

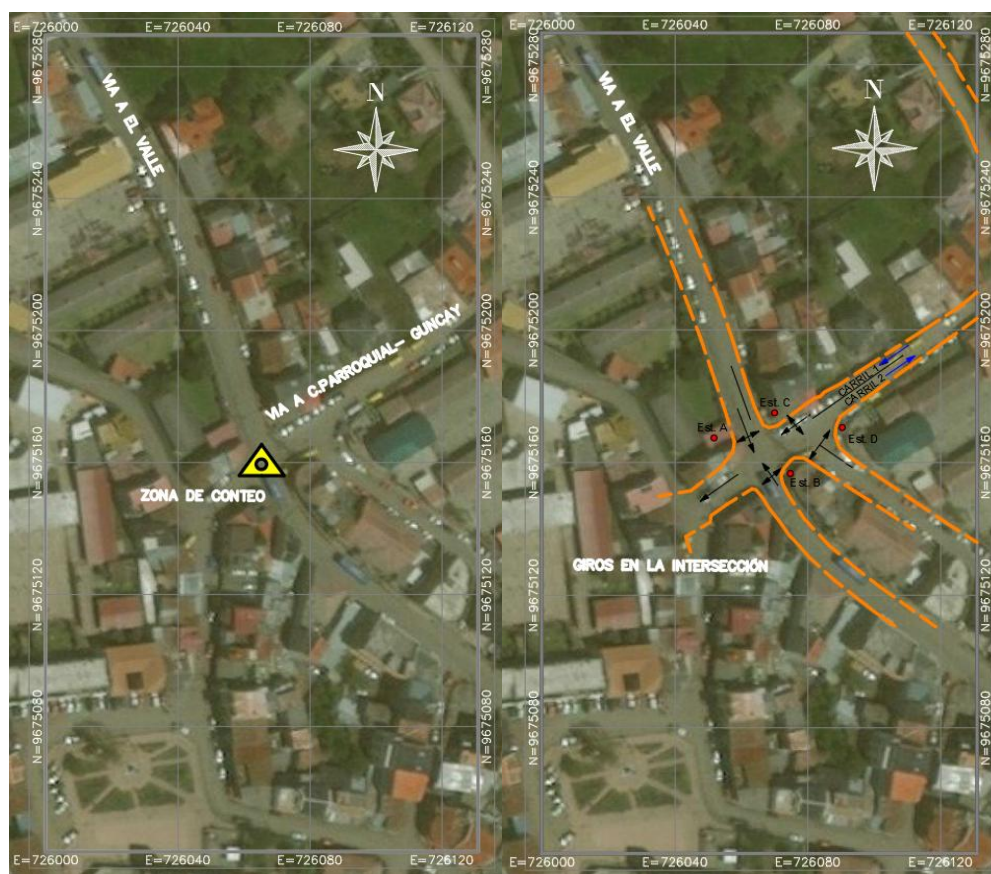













Ilustración 24 Zona de Conteo y Estaciones del Proyecto  
Fuente: (AutoCAD Civil 3D, 2017)

**Obtención de Datos.** El modelo empleado para la toma de datos se presenta en la tabla 37:

Tabla 37 Hojas para el conteo manual clasificado

CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO										
ENCUESTADOR: ALBUJA C.					ESTACIÓN: "D"					
FECHA: MIERCOLES 20 SEPTIEMBRE 2017					SENTIDO:					
HORA INICIO: 6:00am					HORA FIN: 20:30pm					
HORA	LIVIANOS	BUSES		CAMIONES		TRAILER			OTROS	
										
6H00 - 6H15										
6H15 - 6H30										
6H30 - 6H45										
6H45 - 7H00										
7H00 - 7H15										
7H15 - 7H30										
7H30 - 7H45										
7H45 - 8H00										
8H00 - 8H15										
8H15 - 8H30										
8H30 - 8H45										
8H45 - 9H00										
9H00 - 9H15										
9H15 - 9H30										
9H30 - 9H45										
9H45 - 10H00										
10:00 - 10:15										

El conteo fue realizado en intervalos de 15 minutos, donde se contó los vehículos livianos, buses, bicicletas, motos, en el caso de los camiones se debe considerar y clasificar su número de ejes. En el Anexo 3 se presenta los datos con las hojas del conteo manual clasificado.

**Procesamiento de Datos.** En la ilustración 25 se esquematiza las estaciones de conteo que para la vía en estudio corresponde a la C:

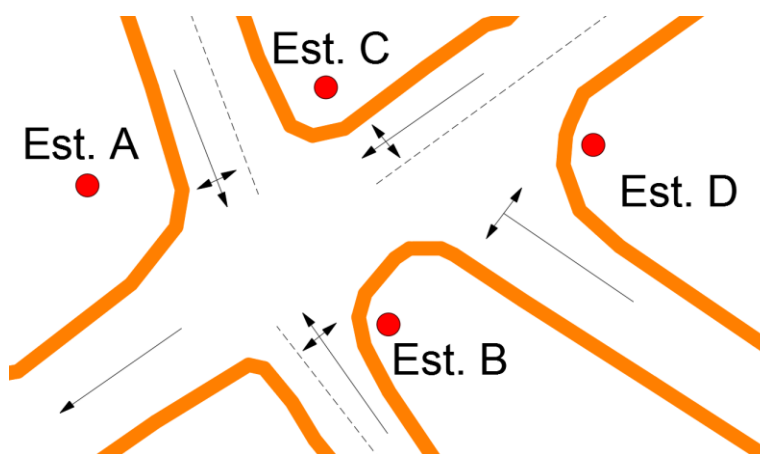


Ilustración 25 Estaciones de conteo  
Fuente: (AutoCAD Civil 3D, 2017)

En la Estación C (donde se diseñó la vía Centro Parroquial – Guncay) se obtuvieron los datos de conteo mostrados en la tabla 38, donde el color tomate representa la hora de mayor tráfico (06h15 – 07h15), siendo de 06h45 a 07h00 marcado con color verde los 15 minutos más conflictivos, mientras que el color azul representa la hora donde existe menor afluencia vehicular (10h45 – 11h45):

Tabla 38 Conteo Estación C

SUMA TOTAL TRAFICO CARRIL 1												TOTAL CON 2 RUEDAS	TOTAL SIN 2 RUEDAS
HORA	LIVIANOS	BUSES		CAMIONES		TRAILER			OTROS				
		2 EJES	3 EJES	2 EJES	3 EJES	3S1	3S2	3S3	BICICLETA	MOTO			
6H00 - 6H15	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	90
6H15 - 6H30	18	1	0	0	0	0	0	0	0	1	20	19	
6H30 - 6H45	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	19	
6H45 - 7H00	26	0	0	4	0	0	0	0	0	0	30	30	
7H00 - 7H15	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	22	
7H15 - 7H30	11	1	0	1	0	0	0	0	0	2	15	13	43
7H30 - 7H45	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	
7H45 - 8H00	16	0	0	1	0	0	0	0	0	1	18	17	
8H00 - 8H15	19	0	0	3	0	0	0	0	0	0	22	22	
8H15 - 8H30	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	13	13	
8H30 - 8H45	16	0	0	0	1	0	0	0	0	0	17	17	43
8H45 - 9H00	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	14	14	
9H00 - 9H15	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	18	
9H15 - 9H30	9	0	0	1	1	0	0	0	0	0	11	11	
9H30 - 9H45	15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16	15	
9H45 - 10H00	9	0	0	4	1	0	0	0	1	0	15	14	43
10:00 - 10:15	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	10	
10:15 - 10:30	13	0	0	2	1	0	0	0	0	0	16	16	
10:30 - 10:45	12	0	0	1	0	0	0	0	0	1	14	13	
10:45 - 11:00	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	11	11	
11:00 - 11:15	6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	8	8	43
11:15 - 11:30	9	0	0	2	1	0	0	0	0	0	12	12	
11:30 - 11:45	11	0	0	1	0	0	0	0	0	1	13	12	
11:45 - 12:00	14	0	0	2	0	0	0	0	0	0	16	16	
12:00 - 12:15	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	13	13	
12:15 - 12:30	11	0	0	1	0	0	0	0	0	1	13	12	43
12:30 - 12:45	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13	
12:45 - 13:00	17	0	0	2	0	0	0	0	0	1	20	19	
13:00 - 13:15	13	0	0	1	1	0	0	0	0	0	15	15	
13:15 - 13:30	14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	15	15	
13:30 - 13:45	17	0	0	1	0	0	0	0	0	0	18	18	43
13:45 - 14:00	8	0	0	2	1	0	0	0	0	1	12	11	
14:00 - 14:15	15	0	0	2	0	0	0	0	0	0	17	17	
14:15 - 14:30	17	0	0	3	0	0	0	0	0	0	20	20	
14:30 - 14:45	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	7	
14:45 - 15:00	19	0	0	3	1	0	0	0	0	0	23	23	43
15:00 - 15:15	11	0	0	2	0	0	0	0	1	0	14	13	
15:15 - 15:30	20	0	0	1	0	0	0	0	1	0	22	21	
15:30 - 15:45	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13	13	
15:45 - 16:00	17	0	0	0	2	0	0	0	0	0	19	19	
16:00 - 16:15	13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	13	43
16:15 - 16:30	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14	
16:30 - 16:45	7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	9	9	
16:45 - 17:00	16	0	0	1	0	0	0	0	0	1	18	17	
17:00 - 17:15	13	0	0	1	0	0	0	0	0	2	16	14	
17:15 - 17:30	17	0	0	2	0	0	0	0	0	1	20	19	43
17:30 - 17:45	20	0	0	0	1	0	0	0	1	1	23	21	
17:45 - 18:00	24	0	0	0	0	0	0	0	2	0	26	24	
18:00 - 18:15	16	0	0	1	0	0	0	0	0	1	18	17	
18:15 - 18:30	16	0	0	2	0	0	0	0	0	1	19	18	
18:30 - 18:45	19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20	19	43
18:45 - 19:00	19	0	0	2	0	0	0	0	0	0	21	21	
19:00 - 19:15	14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	14	
19:15 - 19:30	17	0	0	0	0	0	0	0	1	0	18	17	
19:30 - 19:45	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18	18	
19:45 - 20:00	14	0	0	1	0	0	0	0	1	0	16	15	43
20:00 - 20:15	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	12	
20:15 - 20:30	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	
SUMA TOTAL TRAFICO CARRIL 1												TOTAL CON 2 RUEDAS	TOTAL SIN 2 RUEDAS
HORA	LIVIANOS	BUSES		CAMIONES		TRAILER			OTROS				
		2 EJES	3 EJES	2 EJES	3 EJES	3S1	3S2	3S3	BICICLETA	MOTO			
TOTAL	818	4	0	58	14	0	0	0	8	23	925	894	
	818	4		72		0			31				
	818			76					31				
% CON 2 RUEDAS	88.43%	0.43%	0.00%	6.27%	1.51%	0.00%	0.00%	0.00%	0.86%	2.49%			
% SIN 2 RUEDAS	91.50%	0.45%	0.00%	6.49%	1.57%	0.00%	0.00%	0.00%					

De la tabla 38 se agrupa los resultados del conteo obtenidos y que se muestran en la figura 27:

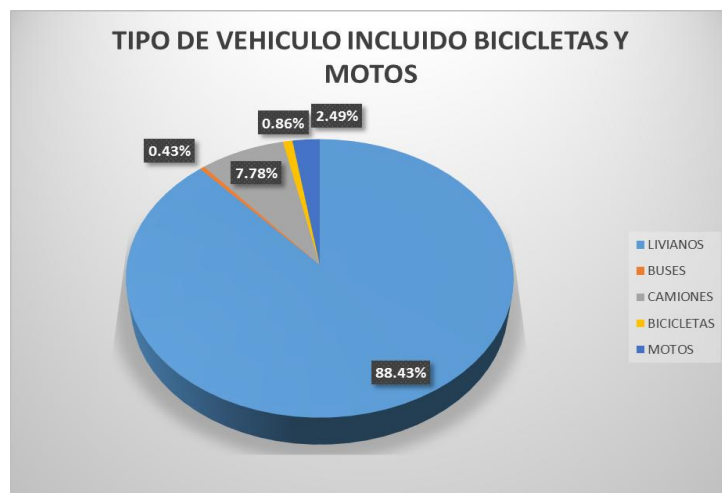


Figura 27 Porcentaje de Vehículos estación C

La figura 28 representa los porcentajes de buses, camiones y vehículos livianos sin considerar bicicletas ni motocicletas:

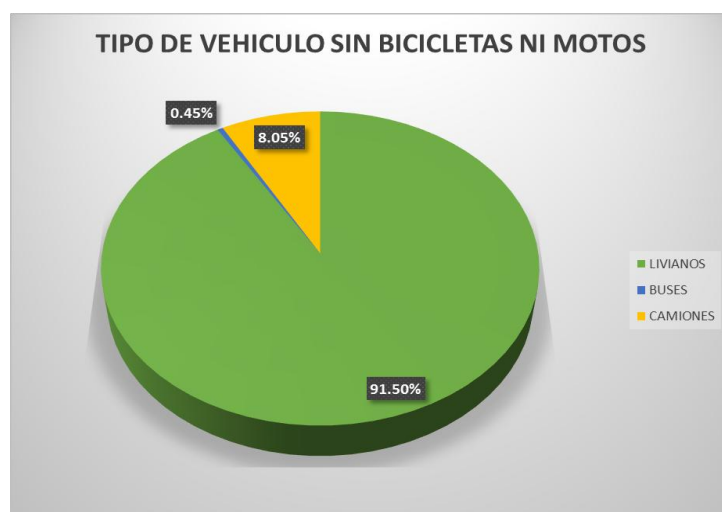


Figura 28 Porcentaje de Vehículos estación C (sin motos ni bicicletas)

En las figuras 27 y 28 mostradas anteriormente se aprecia que el porcentaje de vehículos pesados, buses, camiones, tráileres es menor en comparación con los vehículos livianos.

**Hora Pico.** Es la hora del día con mayor flujo vehicular. La tabla 39 muestra las horas en intervalos de 15 minutos para determinar cuál es la de mayor flujo de tránsito para la vía en estudio sin considerar medios de transporte como bicicletas ni motocicletas:

Tabla 39 Volumen de vehículos cada 15 minutos (intervalos de 60 minutos)

HORA PICO	VOLUMEN SIN 2 RUEDAS
<b>6H00-7H00</b>	71
6H15-7H15	90
6H30-7H30	84
6H45-7H45	72
<b>7H00-8H00</b>	59
7H15-8H15	59
7H30-8H30	59
7H45-8H45	69
<b>8H00-9H00</b>	66
8H15-9H15	62
8H30-9H30	60
8H45-9H45	58
<b>9H00-10H00</b>	58
9H15-10H15	50
9H30-10H30	55
9H45-10H45	53
<b>10H00-11H00</b>	50
10H15-11H15	48
10H30-11H30	44
10H45-11H45	43
<b>11H00-12H00</b>	48
11H15-12H15	53
11H30-12H30	53
11H45-12H45	54
<b>12H00-13H00</b>	57
12H15-13H15	59
12H30-13H30	62
12H45-13H45	67
<b>13H00-14H00</b>	59
13H15-14H15	61
13H30-14H30	66
13H45-14H45	55
<b>14H00-15H00</b>	67
15H15-15H15	63
14H30-15H30	64
14H45-15H45	70
<b>15H00-16H00</b>	66
15H15-16H15	66
15H30-16H30	59
15H45-16H45	55
<b>16H00-17H00</b>	53
16H15-17H15	54
16H30-17H30	59
16H45-17H45	71
<b>17H00-18H00</b>	78
17H15-18H15	81
17H30-18H30	80
17H45-18H45	78
<b>18H00-19H00</b>	75
18H15-19H15	72
18H30-19H30	71
18H45-19H45	70
<b>19H00-20H00</b>	64
19H15-20H15	62
19H30-20H30	56

Se puede apreciar que la hora de mayor flujo es entre las 6h15 y 7h15, siendo el volumen de 90 vehículos. La tabla 40 muestra el volumen de tráfico cada quince minutos en la hora pico:

Tabla 40 Volumen de vehículos cada 15 minutos en hora pico

HORA PICO	VOLUMEN SIN 2 RUEDAS
6H15 – 6H30	19
6H30 – 6H45	19
6H45 -7H00	30
7H00 – 7H15	22
TOTAL	90

La tabla 41 resume los porcentajes y el volumen de tráfico en la hora pico:

Tabla 41 Volumen de tráfico y porcentaje en hora pico

	HORA PICO	PORCENTAJE
Livianos	85	94.44%
Buses	1	1.11%
Camiones	4	4.44%
TOTAL	90	100.00%

La figura 29 se aprecia de mejor manera los porcentajes de volumen de tráfico en la hora pico:



Figura 29 Porcentaje de Vehículos en hora pico

**Volumen horario de Diseño (VHD).** Se determina con el número de vehículos correspondientes a los 15 minutos de mayor tráfico del día. Para el cálculo no se considera las bicicletas ni las motos. Mediante la ecuación 23 se determina el volumen horario de diseño:

$$VHD = V_{15 \text{ min de máximo tráfico del día}} * 4$$

Ecuación 23 Volumen horario de diseño

Fuente: (MTOP, 2003)

Los 15 minutos de mayor tráfico son los que se muestran a continuación en la tabla 42:



**Tabla 42 Quince minutos de mayor tráfico**

15 minutos máximos	Tráfico	VHD
6H45 – 7H00	30	120

**Hora Valle.** Es la hora donde existe menor flujo vehicular. La tabla 43 muestra la hora de menor volumen de tránsito comprendida desde las 10h45 a las 11-45:

**Tabla 43 Hora de menor volumen de tránsito**

HORA VALLE	VOLUMEN SIN 2 RUEDAS
10H45 – 11H00	11
11H00 – 11H15	8
11H15 -11H30	12
11H30 – 11H45	12
TOTAL	43

**Trafico promedio horario.** Se lo determina mediante el conteo volumétrico sin considerar bicicletas ni motos dividiendo para el número de horas de conteo.

$$\text{Tráfico promedio horario: } \frac{894}{14.5} = 61.655 \text{ vehículos/hora}$$

**Trafico promedio cada 15 minutos.** Se lo determina mediante el conteo volumétrico sin considerar bicicletas ni motos dividiendo Tráfico promedio horario para 4 (debido a que en una hora existen 4 intervalos de 15 minutos).

$$\text{Tráfico promedio c/15min: } \frac{61.655}{4} = 15.413 \text{ vehículos/15min}$$

**Resumen del Conteo Volumétrico de Tráfico.** En la tabla 44 se muestra el flujo vehicular para cada hora de conteo donde de 17H00 – 18H00 existe mayor concentración de vehículos.

**Tabla 44 Volumen de tránsito por horas**

CONTEO DE VEHICULOS												
HORA	LIVIANOS	BUSES		CAMIONES		TRAILER			OTROS		TOTAL CON 2 RUEDAS	TOTAL SIN 2 RUEDAS
		2 EJES	3 EJES	2 EJES	3 EJES	3S1	3S2	3S3	BICICLETA	MOTO		
6H00-7H00	65	2	0	4	0	0	0	0	0	2	73	71
7H00-8H00	56	1	0	2	0	0	0	0	0	3	62	59
8H00-9H00	60	0	0	5	1	0	0	0	0	0	66	66
9H00-10H00	51	0	0	5	2	0	0	0	1	1	60	58
10H00-11H00	44	0	0	5	1	0	0	0	0	1	51	50
11H00-12H00	40	0	0	6	2	0	0	0	0	1	49	48
12H00-13H00	53	0	0	4	0	0	0	0	0	2	59	57
13H00-14H00	52	0	0	5	2	0	0	0	0	1	60	59
14H00-15H00	58	0	0	8	1	0	0	0	0	1	68	67
15H00-16H00	60	0	0	3	3	0	0	0	2	0	68	66
16H00-17H00	50	0	0	2	1	0	0	0	0	2	55	53
17H00-18H00	74	0	0	3	1	0	0	0	3	4	85	78
18H00-19H00	70	0	0	5	0	0	0	0	0	3	78	75
19H00-20H00	62	1	0	1	0	0	0	0	2	1	67	64
20H00-20H30	23	0	0	0	0	0	0	0	0	1	24	23
TOTAL	818	4	0	58	14	0	0	0	8	23	925	894

**Tráfico vehicular cada hora.** Considerando cada hora de conteo se obtiene los volúmenes totales como se muestran en la figura 30:

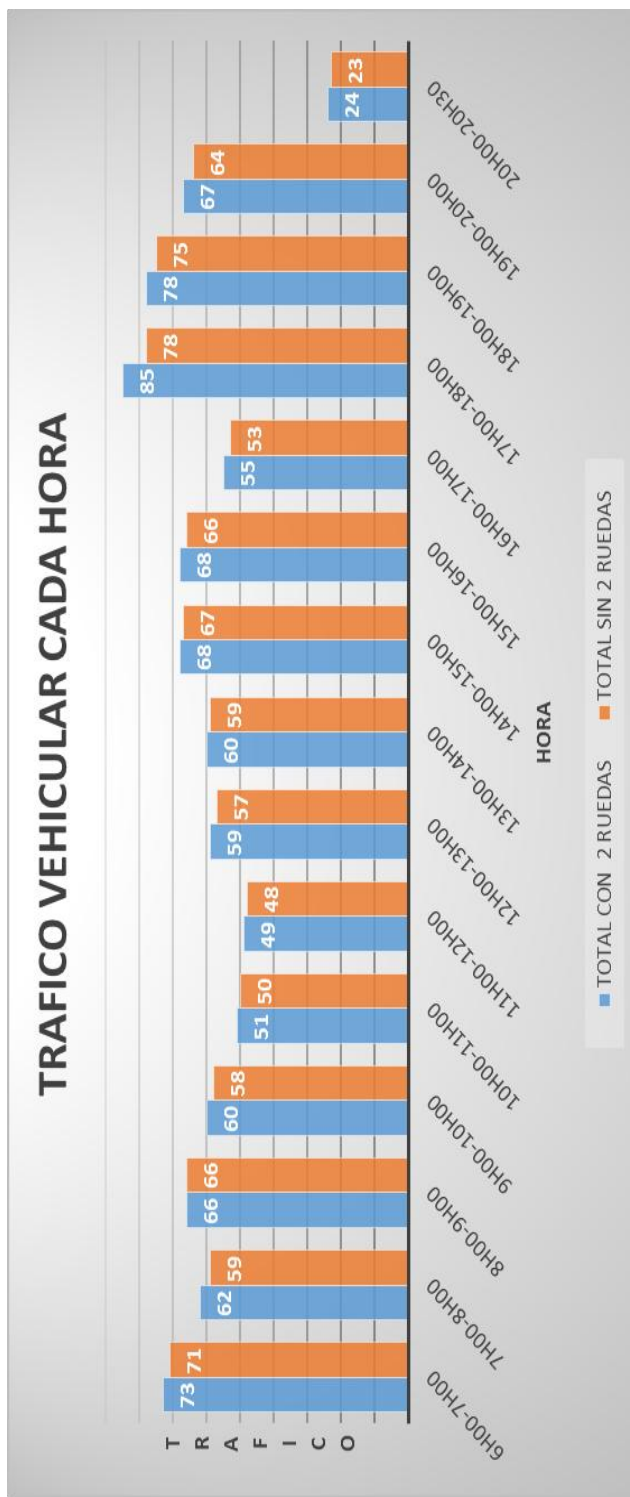


Figura 30 Tráfico vehicular cada hora

**Variación Horaria de Tráfico.** Considerando cada 15 minutos de conteo. La figura 31 muestra la variación cada 15 minutos y cada hora:

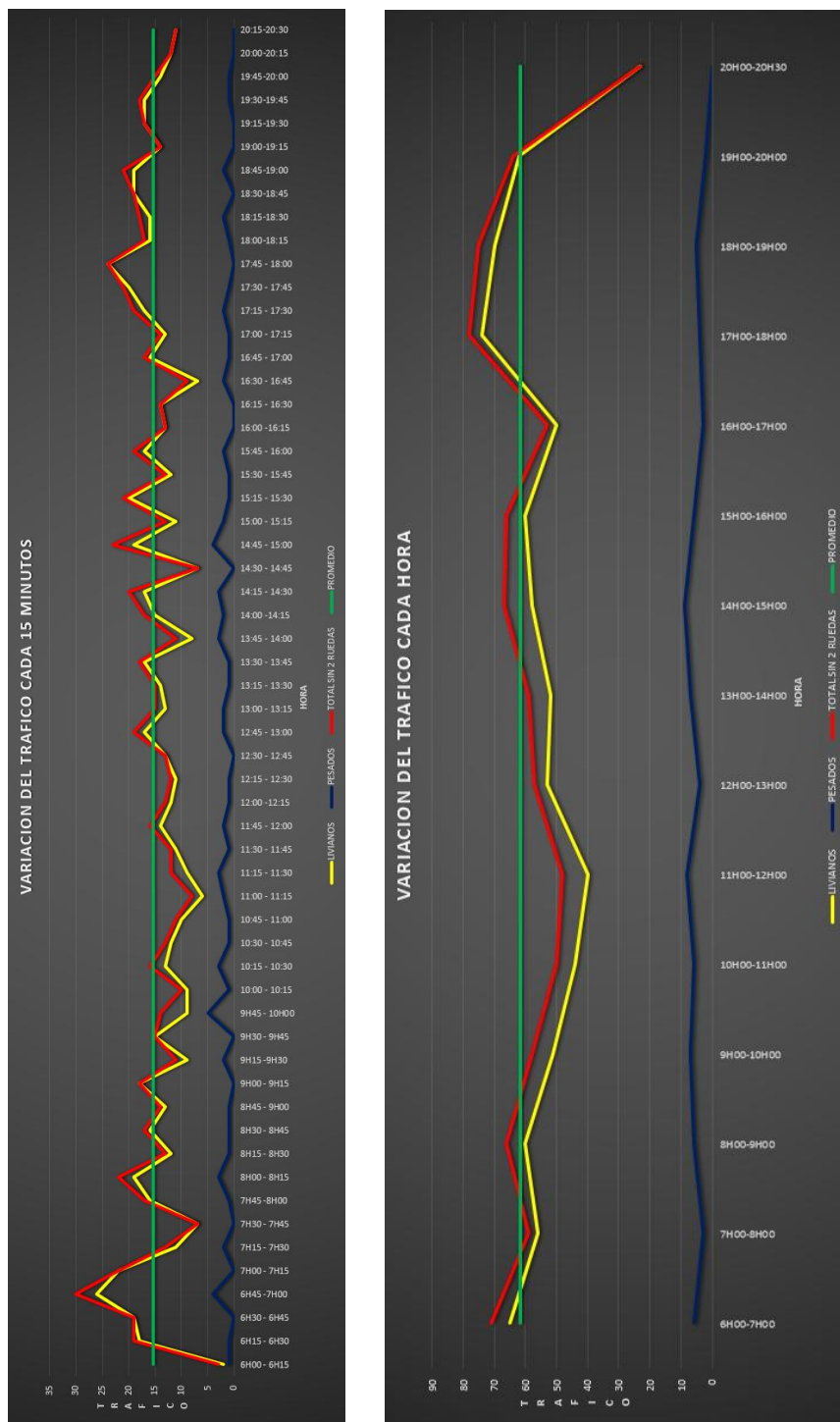


Figura 31 Volumen de tránsito cada 15 minutos y cada hora

**Calculo del TPDA.** El Tráfico Promedio Diario Anual se lo determinara mediante el cálculo de los factores de mayoración basada en la hipótesis de las proporciones o porcentajes crecientes serán prácticamente las mismas de año en año. La ecuación 24 indica todos los factores para el cálculo:

$$T.P.D.A. = TO \times Fh \times Fd \times Fs \times Fm$$

Ecuación 24 Tráfico promedio diario anual

Fuente: (MTOP, 2003)

Donde:

TO: Tráfico observado en un periodo de horas de un día particular.

Fh. Factor horario. Posibilita llevar el conteo a 24 horas del día.

Fd. Factor diario. Permite llevar el tráfico de un día en particular a un día promedio de la semana.

Fs. Factor semanal. Lleva a un promedio semanal del mes.

Fm. Factor mensual. Posibilita llevar a un mes promedio.

**Factor Horario.** Este tráfico permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a volumen diario promedio (MTOP, 2003). Al no realizar el conteo durante las 24 horas, se tomara información de un conteo automático correspondiente a la panamericana sur realizado el día 03 de septiembre del 2006, que se aprecia en la tabla 45, y que por su cercanía al proyecto este sería válido.

Tabla 45 Conteo automático panamericana sur (2006)

ANÁLISIS DEL TRÁFICO: PANAMERICANA SUR								
CONTEO AUTOMÁTICO DE TRAFICO								
HORA	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	TOTAL
00:00-01:00	42	45	60	57	48	24	51	327
01:00-02:00	37	43	47	70	50	18	36	301
02:00-03:00	27	58	41	34	30	20	49	259
03:00-04:00	28	72	54	44	57	32	71	358
04:00-05:00	55	116	95	60	45	60	112	543
05:00-06:00	128	172	170	127	121	132	202	1052
06:00-07:00	408	339	355	236	331	394	320	2383
07:00-08:00	357	407	497	365	533	537	434	3130
08:00-09:00	416	421	445	389	427	513	398	3009
09:00-10:00	495	423	484	425	363	497	450	3137
10:00-11:00	421	463	543	483	334	518	376	3138
11:00-12:00	606	436	466	467	340	411	329	3055
12:00-13:00	502	432	478	393	356	509	361	3031
13:00-14:00	433	383	418	396	339	504	361	2834
14:00-15:00	521	461	540	458	378	366	418	3142
15:00-16:00	438	512	403	508	461	370	529	3221
16:00-17:00	392	523	464	581	648	323	479	3410
17:00-18:00	378	534	389	546	445	414	424	3130
18:00-19:00	354	470	380	553	430	322	418	2927
19:00-20:00	299	390	372	422	384	289	406	2562
20:00-21:00	181	257	309	260	247	170	242	1666
21:00-22:00	143	153	157	151	145	143	125	1017
22:00-23:00	134	115	140	106	99	163	94	851
23:00-24:00	98	92	100	72	46	65	53	526
<b>TOTAL</b>	6893	7317	7407	7203	6657	6794	6738	49009

5703

El factor horario se determina mediante la ecuación 25:

$$Fh = \frac{\text{Total tráfico del conteo automático correspondiente al conteo manual}}{\text{Total tráfico del conteo manual correspondiente al conteo automático}}$$

Ecuación 25 Factor horario

Fuente: (Urgilés, 2014)

$$Fh = \frac{6738}{5703} = 1.181$$

**Factor Diario.** El factor diario  $F_d$ , se calcula mediante la ecuación 26 y es la relación del tráfico promedio diario semanal (conteo automático), para el promedio diario de los días contados (conteo manual) (Urgilés, 2014):

$$F_d = \frac{\text{Promedio diario semanal del conteo automático}}{\text{Conteo automático del día correspondiente al conteo manual}}$$

Ecuación 26 Factor diario

Fuente: (Urgilés, 2014)

$$F_d = \frac{49009 / 7}{6738} = 1.04$$

**Factor Semanal.** Se considera el número de semanas que contiene cada mes del año entre los días de la semana, para Febrero se considera 1 por ser el mes diferente al resto y para los demás meses dependerá del número de días que tengan 30 o 31. La ecuación 27 se emplea para el cálculo del factor semanal:

$$FS = \frac{\text{número de días en un mes}}{\text{días en la semana}}$$

Ecuación 27 Factor semanal

Fuente: (Urgilés, 2014)

Para el mes de septiembre el factor semanal será igual a  $F_s = (30/4)/7 = 1.07$  los resultados se presentan a continuación en la tabla 46:

Tabla 46 Factor semanal

FACTOR SEMANAL		
MES	DÍAS	FS
ENERO	31	1.107
FEBRERO	28	1.000
MARZO	31	1.107
ABRIL	30	1.071
MAYO	31	1.107
JUNIO	30	1.071
JULIO	31	1.107
AGOSTO	31	1.107
SEPTIEMBRE	30	1.071
OCTUBRE	31	1.107
NOVIEMBRE	30	1.071
DICIEMBRE	31	1.107

**Factor Mensual.** Para este caso se considera el consumo de combustibles del Azuay para el año 2015, según calculo. (MEJÍA, 2017). La ecuación 28 se emplea para determinar este factor:

$$F_m = \frac{\text{Consumo promedio mensual de combustible}}{\text{Consumo del mes que tiene al día calendario del conteo manual}}$$

Ecuación 28 Factor mensual

Fuente: (Urgilés, 2014)

La tabla 47 muestra el consumo de combustibles del año 2015 en el Azuay y que se aplicó para encontrar el factor mensual:

Tabla 47 Consumo de combustibles del año 2015 en el Azuay

Fuente: (MEJÍA, 2017)

MES	87 OCTANOS	92 OCTANOS	DIESEL 2	DIESEL P.	SUMA
Enero	4,786,427	613,911	1,001,101	4,147,791	10,549,230
Febrero	4,346,206	571,752	1,000,152	3,701,388	9,619,498
Marzo	4,817,298	601,155	1,179,186	4,257,242	10,854,881
Abril	4,828,029	588,189	1,011,137	4,170,197	10,597,552
Mayo	4,793,744	546,618	970,222	4,094,580	10,405,164
Junio	4,848,476	624,479	917,548	4,148,346	10,538,849
Julio	4,940,105	612,325	1,120,443	4,447,523	11,120,396
Agosto	4,718,213	576,542	1,117,312	4,186,050	10,598,117
Septiembre	4,790,058	597,481	1,170,282	4,412,761	10,970,582
Octubre	5,070,172	597,481	1,108,327	4,549,800	11,325,780
Noviembre	4,694,161	518,132	751,479	4,044,463	10,008,235
Diciembre	5,294,123	596,364	551,079	4,263,395	10,704,961
<b>TOTAL</b>	<b>57,927,012</b>	<b>7,044,429</b>	<b>11,898,268</b>	<b>50,423,536</b>	<b>127,293,245</b>
<b>CONSUMO PROMEDIO MENSUAL</b>					<b>10,607,770</b>

Se toma el consumo promedio mensual para el consumo del mes de septiembre donde se realizó el conteo:

$$F_m = \frac{127293245/12}{10970582} = 0.966$$

En la tabla 48 se muestra en resumen los resultados obtenidos del de los diferentes factores:

Tabla 48 Resumen de factores para el cálculo

<b>FH</b>	<b>1.181</b>
<b>FD</b>	<b>1.040</b>
<b>FS</b>	<b>1.071</b>
<b>FM</b>	<b>0.966</b>
<b>Trafico Observado</b>	<b>894</b>

Por lo tanto el valor del TPDA para el año 2017 será de 1147 vehículos/día. La tabla 49 muestra el TPDA por tipo de vehículos:

Tabla 49 TPDA por clase de vehículos

<b>TPDA 2017 para vehículos por clase</b>		
<b>LIVIANOS</b>	<b>1049</b>	<b>vehículos/día</b>
<b>BUSES</b>	<b>5</b>	<b>vehículos/día</b>
<b>CAMIONES</b>	<b>92</b>	<b>vehículos/día</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1147</b>	<b>vehículos/día</b>

**Proyecciones del TPDA.** Se emplearon las tasas de crecimiento proporcionadas por el MTOP para la provincia del Azuay (Urgilés, 2014) que se presentan en la tabla 50:

Tabla 50 Tasas de crecimiento vehicular

Fuente: (Urgilés, 2014)

TASAS DE CRECIMIENTO			
PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2015 - 2020	3.88%	1.50%	3.08%
2020 - 2025	3.38%	1.35%	2.78%
2025 - 2030	3.02%	1.23%	2.52%
2030 - 2035	2.77%	1.13%	2.29%

Para proyectar el TPDA se emplea la ecuación 29:

$$T.Proyectado = TPDA_{2017}(1 + i)^n$$

Ecuación 29 TPDA proyectado

Fuente: (MTOP, 2003)

Donde:  $i$  = tasa de crecimiento para cada categoría de vehículo.

$n$  = número de años.

El TPDA proyectado para las categorías de buses, camiones y livianos se aprecia en la tabla 51:

Tabla 51 TPDA proyectado por clases de vehículos

PROYECCIONES DE TPDA				
AÑOS	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	TOTAL
2017	1049	5	92	1147
2020	1176	5	101	1283
2025	1369	6	115	1490
2030	1545	6	128	1679
2035	1716	6	139	1861
2037	1813	6	145	1964

## 3.6 CÁLCULO Y DISEÑO

### 3.6.1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

En la tabla 52 se presentan los aspectos generales del proyecto:

Tabla 52 Aspectos generales para el proyecto

Tipo de vía:	Carretera multicarril (2 carriles: 1 en cada sentido)
Ancho de carriles	5.50 metros por cada carril
Incluye parterre	No
Período de diseño	20 años

El período de diseño para esta vía adoptado se basó según el volumen de tráfico y la ubicación, en este caso es una vía rural de considerable volumen de tráfico, según nos indica la tabla 53 (AASHTO, 1988):

Tabla 53 Período de diseño

Fuente: (AASHTO, 1988)

Highway Conditions	Analysis Period (years)
High-volume urban	30-50
High-volume rural	20-50
Low-volume paved	15-25
Low-volume aggregate surface	10-20



- Tránsito atraído

Es el tráfico generado de otras vías al terminar de construirse la vía. Así, el volumen de tránsito que empiece a tener una carretera nueva o al hacerse mejoras es completamente atraído (NEVI, 2013). La normativa ecuatoriana indica: el porcentaje de tráfico atraído o generado equivale a la mitad del ahorro en los costos a los usuarios expresado en porcentaje; para evitar estimaciones muy altas o irracionales establece un 20% del tráfico normal para el primer año de operación, para los restantes años se estima que el tráfico crecerá a la misma tasa que el tráfico normal (MTOP, 2003).

En función de otros proyectos similares, tomando en cuenta que puede además existir un tráfico debido al desarrollo de la zona se establece un porcentaje del 30% del TPDA.

La tabla 54 muestra el tráfico promedio diario anual (TPDA) proyectados a 20 años para diferentes tipos de vehículos. La clasificación vehicular mostrada que se describe a continuación se realizó en base al conteo realizado:

Motos (A1)

Livianos, agrupados en automóvil, camioneta y vehículos utilitarios 4x4 (A2).

Buses, agrupados en busetas o buses medianos y buses grandes (B2).

Camiones, agrupados en camiones de 2 ejes (C1), de 3 ejes (C2).

Tabla 54 TPDA para 20 años

AÑO	A1	A2	B2	C1 (2DB)	C2 (3A)	TOTAL	TRAFICO ATRAÍDO (30% TPDA)	A2	B2	C1 (2DB)	C2 (3A)	TOTAL
2017	40	1049	5	74	18	1147	345	1366	7	97	21	1491
2018	41	1419	7	100	22	1548						
2019	43	1474	7	103	22	1607						
2020	45	1531	7	106	23	1668						
2021	45	1560	7	108	23	1699						
2022	47	1613	7	111	24	1756						
2023	49	1668	8	114	25	1814						
2024	50	1724	8	118	25	1875						
2025	52	1782	8	121	26	1937						
2026	52	1785	8	121	26	1941						
2027	54	1839	8	124	27	1999						
2028	55	1895	8	128	28	2058						
2029	57	1952	8	131	28	2119						
2030	59	2011	8	134	29	2182						
2031	58	2003	8	133	29	2173						
2032	60	2058	8	136	29	2232						
2033	62	2115	8	139	30	2293						
2034	63	2174	8	143	31	2355						
2035	65	2234	9	146	32	2420						
2036	67	2296	9	149	32	2486						
2037	69	2359	9	153	33	2554						

Las tasas de crecimiento empleadas para determinar el TPDA hasta el año 2037, se presentó en la tabla 50 (tasas de crecimiento vehicular).

En la Tabla 55 se describe la subdivisiones a las categorías de buses (B) y camiones (C) en base a la Norma Ecuatoriana Vial con una breve explicación de su uso para cada caso. Cabe mencionar que el tipo de bus adoptado no se encuentra descrito en la Norma Ecuatoriana Vial, por lo que basados en las normas de otro país (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2003) se adoptó un tipo de bus de similares características a los que circulan en nuestro medio, cuyas características de peso por eje corresponden a las de un camión tipo 2DB:

**Tabla 55 Categorías de buses y camiones**  
Fuente: (NEVI, 2013)

<b>B2</b>	<b>2DB</b>	<b>Este tipo de bus incluyen busetas de transporte escolar así como buses urbanos, interparroquiales e intercantonales.</b>
<b>C1</b>	<b>2DB</b>	Este tipo de camión transporta alimentos, ganado, madera, materiales de construcción, desechos sólidos, además en esta categoría se incluye volquetas.
<b>C2</b>	<b>3A</b>	Este tipo de camión transporta alimentos, ganado, madera, materiales de construcción, desechos sólidos, además en esta categoría se incluye volquetas.

### 3.6.2. FACTORES PARA EL CÁLCULO

Para la obtención del factor camión (FC), es necesario sumar el factor de equivalencia de carga (FE) de los ejes que forman parte del vehículo de estudio. El cálculo del FE para pavimento flexible se emplea la ecuación 30, y las ecuaciones 31 y 32 para los factores que intervienen en el cálculo:

$$\frac{W_x}{W_{18}} = \left[ \frac{L_{18} + L_{2S}}{L_x + L_{2X}} \right]^{4.79} \left[ \frac{10^{\frac{G}{\beta_x}}}{10^{\frac{G}{\beta_{18}}}} \right] [L_{2x}]^{4.33}$$

**Ecuación 30 Factor de equivalencia de carga (pavimento flexible)**  
Fuente: (Pavement Engineering, 2018)

Donde:

$\frac{W_x}{W_{18}}$  (W): Aplicación de carga inverso al factor de Equivalencia ( $W_{18}$  = número de cargas de ejes simples de 18000

lb (80 KN)).

$L_x$ : Carga del eje evaluado.

$L_{18}$ : Carga del eje estándar (18 Kips).

$L_2$ : Código de configuración del eje (1= Eje simple, 2= Eje tándem, 3 = Eje Tridem).

S: eje simple.

X: Tipo de eje siendo evaluado.

$$B_X = 0.4 + \left( \frac{0.081(L_X + L_{2X})^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} L_{2X}^{3.23}} \right)$$

Ecuación 31 Coeficiente Bx

Fuente: (Pavement Engineering, 2018)

Donde:

L<sub>x</sub>: Carga del eje evaluado

L<sub>2x</sub>: Carga del eje estándar (18 Kips)

SN: Número estructural

$$G = \log \left( \frac{4.2 - Pt}{4.2 - 1.5} \right)$$

Ecuación 32 Coeficiente G

Fuente: (Pavement Engineering, 2018)

Donde:

Pt: Índice de servicio final

El cálculo del FE para pavimento rígido se emplea la ecuación 33, y las ecuaciones 34 y 35 para los factores que intervienen en el cálculo:

$$\frac{W_X}{W_{18}} = \left[ \frac{L_{18} + L_{2S}}{L_X + L_{2X}} \right]^{4.62} \left[ \frac{10^{\frac{G}{\beta_x}}}{10^{\frac{G}{\beta_{18}}}} \right] [L_{2x}]^{3.28}$$

Ecuación 33 Factor de equivalencia de carga (pavimento rígido)

Fuente: (Pavement Engineering, 2018)

Donde:

$\frac{W_X}{W_{18}}$  (W): Aplicación de carga inverso al factor de Equivalencia (W<sub>18</sub> = número de cargas de ejes simples de 18000

lb (80 KN)); L<sub>x</sub>: Carga del eje evaluado; L<sub>18</sub>: Carga del eje estándar (18 Kips); L<sub>2</sub>: Código de configuración del eje (1= Eje simple, 2= Eje tándem, 3 = Eje Tridem); S: eje simple; X: Tipo de eje siendo evaluado.

$$B_X = 1.00 + \left( \frac{3.63(L_X + L_{2X})^{5.20}}{(D + 1)^{8.46} L_{2X}^{3.52}} \right)$$

Ecuación 34 Coeficiente Bx

Fuente: (Pavement Engineering, 2018)

Donde:

L<sub>x</sub>: Carga del eje evaluado.

L<sub>2x</sub>: Carga del eje estándar (18 Kips).

D: Espesor del pavimento (pulg).

$$G = \log \left( \frac{4.5 - P_t}{4.5 - 1.5} \right)$$

Ecuación 35 Coeficiente G

Fuente: (Pavement Engineering, 2018)

Donde:

Pt: Índice de servicio final

Para el índice de serviciabilidad final (Pt) se adoptó valores de 2.5 para pavimentos flexibles así como para pavimentos rígidos. Estos valores se adoptan dependiendo del tipo de vía. Este proyecto se le considera como una vía principal (Montejo, 1998).

El índice de serviciabilidad inicial (Po) se adoptó un valor de 4.5 para pavimentos rígidos y de 4.2 para pavimentos flexibles (Cordo, 1998)

- Número estructural (SN) y espesor del pavimento rígido (D)

Para el número estructural se adoptó inicialmente para el pavimento flexible un valor de SN= 3 y para el espesor del pavimento rígido (D)=8pulg. Estos valores requieren asumirse inicialmente para poder realizar los cálculos del factor de equivalencia de carga (FE). Los valores son tomados en función a otros proyectos viales similares. Estos valores se calculan en el diseño de pavimentos tanto rígido y flexibles. Los valores asumidos SN y D inicialmente serán reemplazados una vez efectuados los cálculos iniciales (primera iteración), es decir los valores obtenidos serán los empleados para el cálculo del número de ejes equivalentes tanto para pavimento flexible como rígido.

El factor de distribución direccional (FD) se establece mediante el número de carriles que presenta la vía, que para este caso es dos, como se aprecia en la tabla 56 que nos indica la NEVI:

Tabla 56 Factor de distribución direccional

Fuente: (NEVI, 2013)

NÚMERO DE CARRILES EN AMBAS DIRECCIONES	% DE VEHÍCULOS PESADOS EN EL CARRIL DE DISEÑO
2	50
4	45
6 O MÁS	40

Por lo tanto FD= 50%

Para determinar el factor de distribución de carril (FL) se emplea la tabla 57 (Cordo, 1998):

Tabla 57 Factor de distribución de carril

Fuente: (Cordo, 1998)

NÚMERO DE CARRILES EN CADA DIRECCIÓN	% DE ESAL EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

En la tabla 57, al tratarse de una vía de dos carriles (1 en cada sentido) el factor FL está en el valor del 100%.

El porcentaje estimado de vehículos comerciales (A) se obtuvo mediante la relación entre el TPDA únicamente de los camiones entre el total del TPDA incluido vehículos livianos, en porcentaje.

Para el factor de proyección FP empleamos la ecuación 36 sugerida por la NEVI:

$$F_p = \left( \frac{(1+r)^n - 1}{\ln(1+r)} \right)$$

Ecuación 36 Factor de proyección

Fuente: (NEVI, 2013)

Donde:

r: Tasa de crecimiento vehicular general o por tipo de vehículo.

n: Período de diseño.

Con estos datos a continuación se calcula el número de ejes equivalentes mediante la ecuación 37:

$$N = TPD \times A\% \times F_D \times F_L \times 365 \times \frac{(1+r)^n - 1}{\ln(1+r)} \times FCg$$

Ecuación 37 Número de ejes equivalentes

Fuente: (NEVI, 2013)

Donde:

TPD: Tránsito promedio diario inicial.

A: Porcentaje estimado de vehículos comerciales (camiones y buses).

F<sub>D</sub>: Factor de distribución direccional.

F<sub>L</sub>: Factor de distribución de carril.

r: Tasa de crecimiento vehicular general o por tipo de vehículo.

n: Período de diseño.

FCg: factor camión de la vía.

Cabe mencionar que los vehículos tipo A1 (motocicletas) no se consideraron en el estudio debido a que su peso es despreciable para el diseño. Es necesario realizar una corrección al número de ejes equivalentes (N) para proporcionar un determinado nivel de confianza mediante la ecuación 38:

$$N' = 10^{\sigma \cdot Z_r} \times N$$

Ecuación 38 Corrección de tránsito proyectado  
Fuente: (AASHTO, 1988)

Donde:

( $\sigma$ ) es de 0.05 para pavimentos asfálticos

Zr: corresponde a una distribución normal para una confiabilidad requerida.

La tabla 58 muestra algunos valores para determinar la confiabilidad deseada en vías:

Tabla 58 Confiabilidad  
Fuente: (AASHTO, 1988)

TIPO DE CAMINO	CONFIABILIDAD RECOMENDADA	
	ZONA URBANA	ZONA RURAL
Rutas interestatales y autopistas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-99
<b>Colectoras</b>	<b>80-95</b>	<b>75-95</b>
Locales	50-80	50-80

En la tabla 58, la vía según sus características, se considera como una vía colectora que se encuentra dentro de una zona rural dando un valor entre 75% y 95%. Por lo tanto tomamos un valor medio de confiabilidad del 85%.

### 3.6.3. CBR DE DISEÑO

Para el estudio se proporcionaron los datos en las que se tomaron un número de muestras del suelo en diferentes puntos (cada 500m aproximadamente) obteniendo valores del CBR como se muestran en la tabla 59:

Tabla 59 CBR obtenidos en la vía

Ensayo	Fecha	CBR (%)
E1	Ago.2017	2.6
E2	Ago.2017	3.7
E3	Ago.2017	4.8
E4	Ago.2017	2.3
E5	Ago.2017	1.7
E6	Ago.2017	2.0
E7	Ago.2017	1.9

Se determinó el percentil a seleccionar para hallar la resistencia a partir del tráfico calculado. En este método el tráfico calculado para 20 años (pavimento flexible) fue de  $N = 2269916$  y para 10 años  $N = 1015786$  por lo que se tomará el percentil de 87.5 para 20 años y 10 años, según la tabla 60 (Montejo, 1998):

Tabla 60 Percentiles según número de ejes de 8.2 toneladas  
Fuente: (Montejo, 1998)

Límites para selección de resistencia	
Número de ejes de 8.2 Toneladas en el carril de diseño	Percentil a seleccionar para hallar la resistencia
$<10^6$	60
$10^4 - 10^6$	75
$>10^6$	87.5

A partir de los valores de CBR obtenidos se determina el número de valores mayores o iguales para cada valor de CBR y el porcentaje de los mismos como se muestra en la tabla 61:

Tabla 61 Valores de CBR mayores o iguales

MES	CBR	# VALORES MAYORES O IGUALES	PORCENTAJE MAYORES O IGUALES A
ago-17	1.7	7	100%
	1.9	6	86%
	2.0	5	71%
	2.3	4	57%
	2.6	3	43%
	3.7	2	29%
	4.8	1	14%

A partir de estos valores se grafican como se muestra en la ilustración 32:

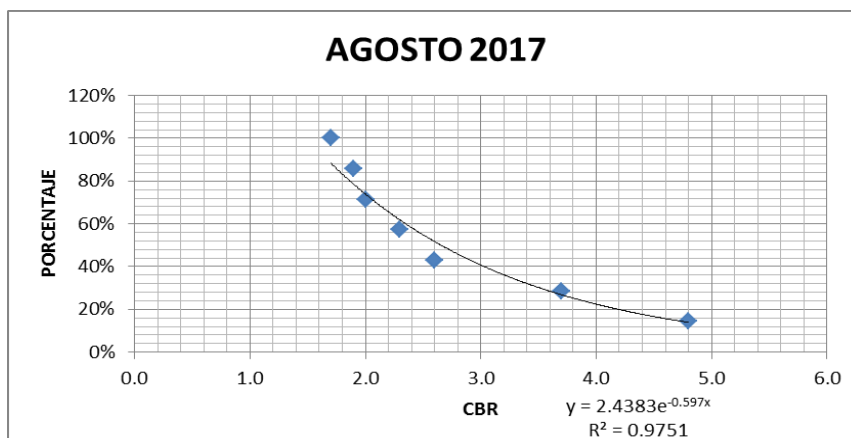


Figura 32 CBR vs porcentajes mayores o iguales

El cálculo se lo realizó interpolando los valores próximos del percentil al 87.5, obteniendo un CBR de diseño de 1.88 para 20 años y 10 años.





Al ser un valor de CBR demasiado bajo de la subrasante, mismo que no permitiría un adecuado diseño de la estructura del pavimento debido al tipo de material, se deberá llegar a un valor de CBR = 5% que a su vez será el valor con el que se diseñará el pavimento; esto se logrará mejorando la capa de la subrasante. Para ello se sugiere la implementación de alguno de los siguientes materiales descritos a continuación y previo ensayo en laboratorio para la dosificación o porcentajes de los mismos por parte del contratista.

- Estabilización de la subrasante con cal

Se utiliza cal cuando el índice de plasticidad del suelo es mayor que 15 y el porcentaje del tamiz N° 200 es mayor de 25 (Montejo, 1998).

La elección de la cantidad óptima de cal para estabilizar el suelo deberá por lo general contemplar estos dos casos:

- Aumentar la resistencia a los esfuerzos normales y tangenciales
- Reducir el hinchamiento

Para ello deberá emplearse algunos ensayos entre ellos: Valor soporte California, Compresión confinada, ensayo triaxial.

La comparación de resultados deberá hacerse entre los valores correspondientes al suelo solo mezclado con diferentes porcentajes de cal.

Una vez seleccionado el porcentaje es aconsejable adicionar un 0.5% al 1% para tener en cuenta los desperdicios, inevitables durante la fase de construcción de la vía.

- Estabilización de la subrasante con cemento

Los suelos que pueden ser tratados con cemento para obtener una estabilización económica se obtienen cuando el suelo no contiene partículas mayores a 7,5 cm o un tercio del espesor de la capa tratada, menos del 50% del que pasa el tamiz 0.074mm, el límite líquido es inferior a 40 y el índice plástico menor a 18 (Montejo, 1998).

El diseño de la mezcla se hace en laboratorio, siendo los ensayos que más se utilizan para ello, el de durabilidad, llamado también de humedecimiento y secado y el de compresión simple sobre probetas compactadas bajo condiciones específicas. En algunos se indica que como un porcentaje mínimo obligatorio sea del 2 al 3% del peso (Rodríguez, s. f.).

En caso que tanto la base o subbase no cumplan con el CBR planteados en el diseño, se deberá de igual manera estabilizarlos ya sea con cal, cemento o cualquier otro material disponible en la zona donde se realizará la vía.

- Estabilización mecánica (mejoramiento)

Cuando se decide por este tipo de solución, se supone que los materiales satisfacen los requisitos de calidad estipulados en las especificaciones (tritución, desgaste, solidez, etc.) (Montejo, 1998).

En el caso de mezclar los materiales, el procedimiento más sencillo para determinar las proporciones en que han de mezclarse para obtener una tercera es mediante la granulometría.

Respecto a la plasticidad de la mezcla, debe cuidarse que los finos obtenidos cumplan con lo establecido en las especificaciones, esta debe realizarse en laboratorio sobre una muestra de la mezcla hecha en las proporciones previamente determinadas.

La estabilización con material de mejoramiento es el procedimiento más económico y el más empleado en nuestro medio. Existe una cantera cercana al lugar donde se ubica el proyecto cuyo nombre es minas Chalco, y el material que comercializan se emplea como mejoramiento. Por lo general y en función de la calidad del CBR, basados en algunas vías construidas, se suele colocar una cama de 30 cm de este material sobre la capa de rodadura que se encuentra, y de 40 cm si este material es removido; siendo así, considerando que la vía no presenta un tráfico pesado considerable y que la capa de rodadura en la actualidad es de buenas características, se propone colocar por lo menos 20 cm de material de mejoramiento.

La tabla 62 sirve como ayuda para una correcta elección de la estabilización a realizar en el suelo en estudio:

**Tabla 62 Comparación amplia de técnicas de estabilización según Inglés y Metcalf**  
Fuente: (Montejo, 1998)

Material	Est. mecánica	Est. con cemento	Est. con cal	Est. con emulsión
Grava natural	Puede ser necesaria la adición de finos para prevenir desprendimientos	Probablemente no es necesaria, salvo si hay finos plásticos. Cantidad de 2 a 4%	No es necesaria, salvo que los finos sean plásticos. Cantidad de 2 a 4%	Apropiada si hay deficiencia de finos. Aproximadamente 3% de asfalto residual.
Arena limpia	Adición de gruesos para dar la estabilidad y de finos para prevenir desprendimientos	Inadecuada: produce material quebradizo	Inadecuada: no hay reacción	Muy adecuada. De 3 a 5% de asfalto residual.
Arena arcillosa	Adición de gruesos para mejorar resistencia	4-8%	Es factible dependiendo del contenido de arcilla	Se puede emplear. De 3 a 4% de asfalto residual.
Arcilla arenosa	Usualmente no es aconsejable	4-12%	4 a 8% dependiendo del contenido de arcilla	Se puede emplear pero no es muy aconsejable.
Arcilla pesada	Inadecuada	No es muy aconsejable. La mezcla puede favorecerse con un pretratamiento con 2% de cal y luego entre 8 y 15% de cemento	Muy adecuada. Entre 4 y 8% dependiendo de la arcilla	Inadecuada.

La tabla 63 fue elaborada en base a experiencias realizadas en Australia, y que precisa un poco más las posibilidades del cemento y cal como estabilizantes para vías:

Tabla 63 Guía para la elección de estabilizantes (NAASRA, 1986)

Fuente: (Montejo, 1998)

Tipo de estabilización	Más de 25% pasa el tamiz No. 200			25% o menos pasa el tamiz No. 200		
	IP ≤ 10	10 < IP ≤ 20	IP > 20	IP ≤ 6 PP ≤ 60	IP ≤ 10	IP > 10
Cemento	SI	SI	+	SI	SI	SI
Cal	+	SI	SI	NO	+	SI
Cal - puzolana	SI	+	NO	SI	SI	+

### 3.6.4. MÓDULO RESILIENTE (PAVIMENTOS FLEXIBLES)

Con los valores del CBR obtenidos se calcula el módulo resiliente (Mr) en lb/pulg<sup>2</sup>

Para la subrasante mediante la expresión  $Mr = 1500 \text{ CBR}$  para un  $\text{CBR} < 10\%$  (Montejo, 1998) se determina el valor del daño relativo (Uf) mediante la figura 33:

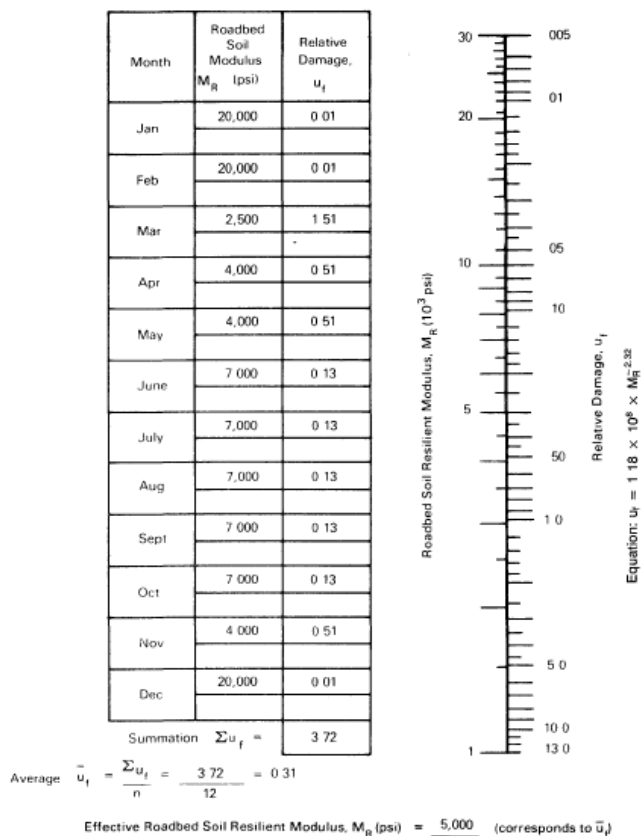


Figura 33 Daño relativo Uf

Fuente: (AASHTO, 1988)

Una vez calculado el daño relativa nuevamente se determina el módulo resiliente mediante la ecuación 39:

$$Uf = 1.18 * 10^8 * M_R^{-2.32}$$

Ecuación 39 Daño relativo  
Fuente: (AASHTO, 1988)

Los resultados se presentan a continuación en la tabla 64:

Tabla 64 Resumen valores obtenidos

	Proyección a 10 y 20 años
CBR DISEÑO	5
MÓDULO RESILIENTE Mr (Lb/Pulg <sup>2</sup> )	7500
DAÑO RELATIVO Uf	0.12
MÓDULO RESILIENTE Mr (Lb/Pulg <sup>2</sup> )	7519.07

- Módulo de reacción efectivo keff (pavimentos rígidos)

Para la obtención del módulo de reacción efectivo se requiere los siguientes datos:

1. El módulo resiliente promedio de la subrasante obtenido.
2. Se debe establecer un CBR para la base que se colocará. En este caso se colocará una base granular

buena con un CBR de 70 como se aprecia en la tabla 65:

Tabla 65 CBR recomendados para bases y subbases  
Fuente: (Aroni, 2014)

CBR	CLASIFICACIÓN
0-5	Subrasante muy mala
5-10	Subrasante mala
10-20	Subrasante regular a buena
20-30	Subrasante muy buena
30-50	Subbase buena
50-80	Base buena
80-100	Base muy buena

El espesor asumido será de 6 pulgadas, estos valores se han tomado mediante observaciones en otros proyectos similares realizados.

3. Se asume un espesor de la subrasante hasta fundación rígida de 5 pulg en función del estudio de suelos. Con el dato del CBR de 70 considerando que sea base buena (tabla 65), en el ábaco para bases granulares en la figura 34 se determinó un módulo elástico de la base que es de 27000 psi:

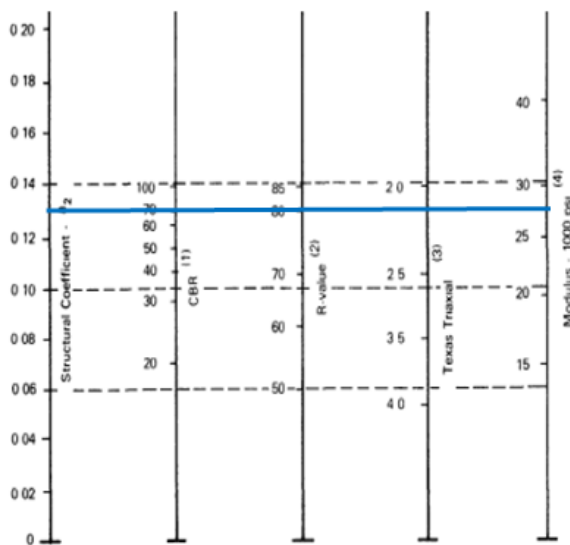


Figura 34 Determinación del módulo elástico de la base granular  
Fuente: (AASHTO, 1988)

Con el valor obtenido en la figura 34 (27000 psi), así como el espesor de la subbase (6 pulg) y los datos del módulo resiliente de la subrasante (7519.07), en el ábaco mostrado en la figura 35 se determina el módulo de reacción  $k = 400$  pci:

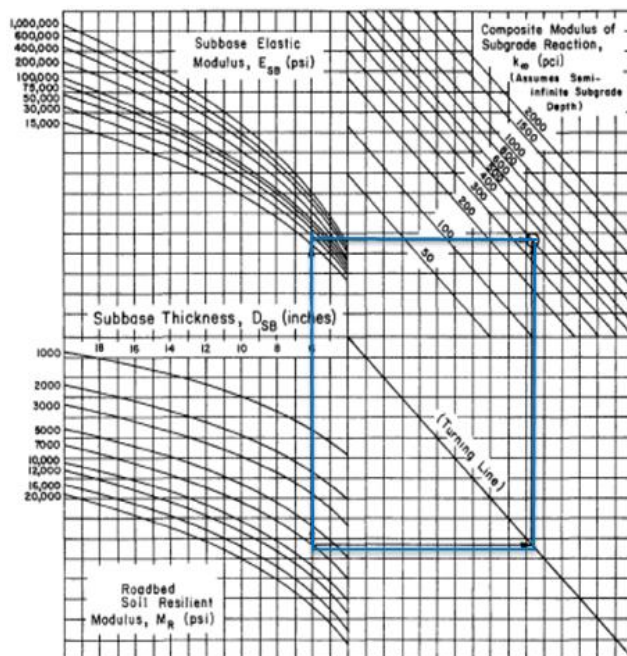


Figure 3.3. Chart for Estimating Composite Modulus of Subgrade Reaction,  $k_m$ , Assuming a  
Figura 35 Determinación del módulo de reacción K  
Fuente: (AASHTO, 1988)

Se realiza una corrección a estos valores del módulo de reacción  $K$  empleando para ello un ábaco en el que indica el espesor de la subrasante hasta fundación rígida (5 pulg), el Módulo resiliente de la subrasante (7519.07) y el valor  $K$  obtenido en la figura 35 (400 pci) como se aprecia en la figura 36, se obtiene el valor de  $K=500$  pci:

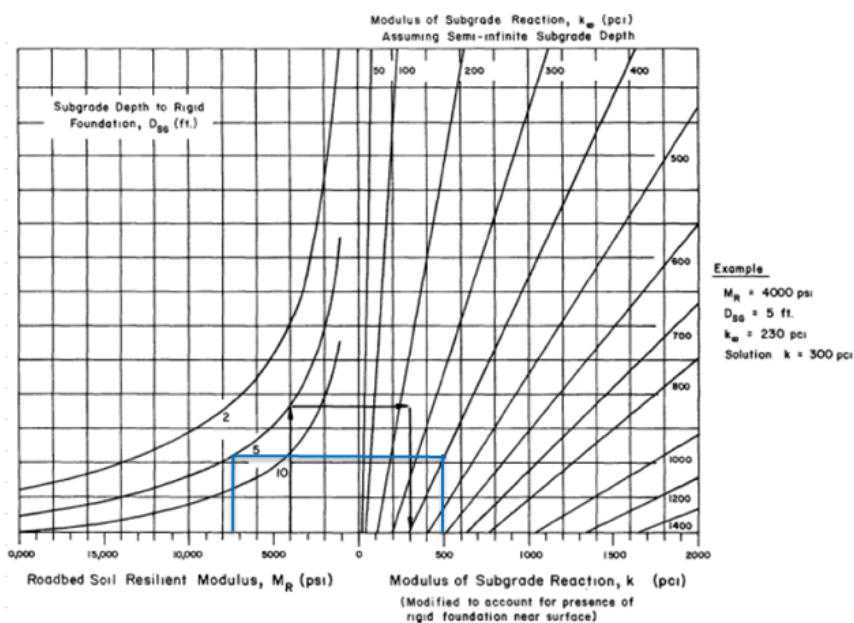


Figura 36 Corrección al módulo de reacción  $K$   
Fuente: (AASHTO, 1988)

Con estos valores y empleando el espesor de losa (9 pulg) se determina el daño relativo  $U_f = 65$ , mediante el ábaco mostrado en la figura 37:

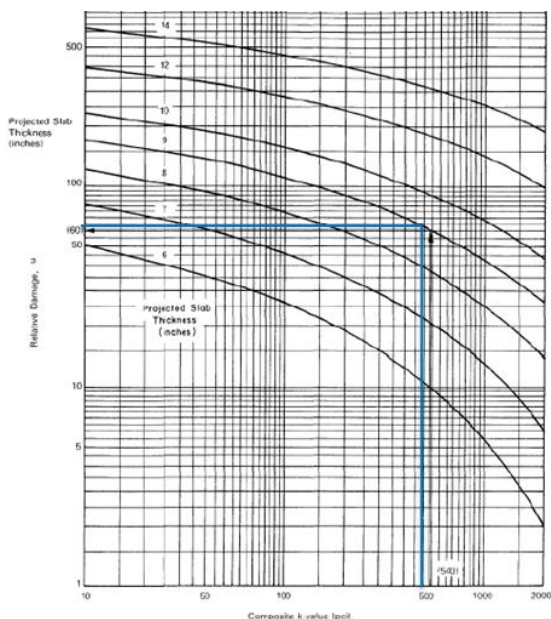


Figura 37 Daño relativo  $U_f$   
Fuente: (AASHTO, 1988)

Con el valor de  $k$  corregido (500 pci) se determina el módulo de reacción de la subrasante efectivo empleando el ábaco mostrado en la figura 38. Este ábaco además requiere la pérdida de soporte (LS) tomada como una base no tratada con un valor de  $LS=1$  como se puede apreciar a continuación:

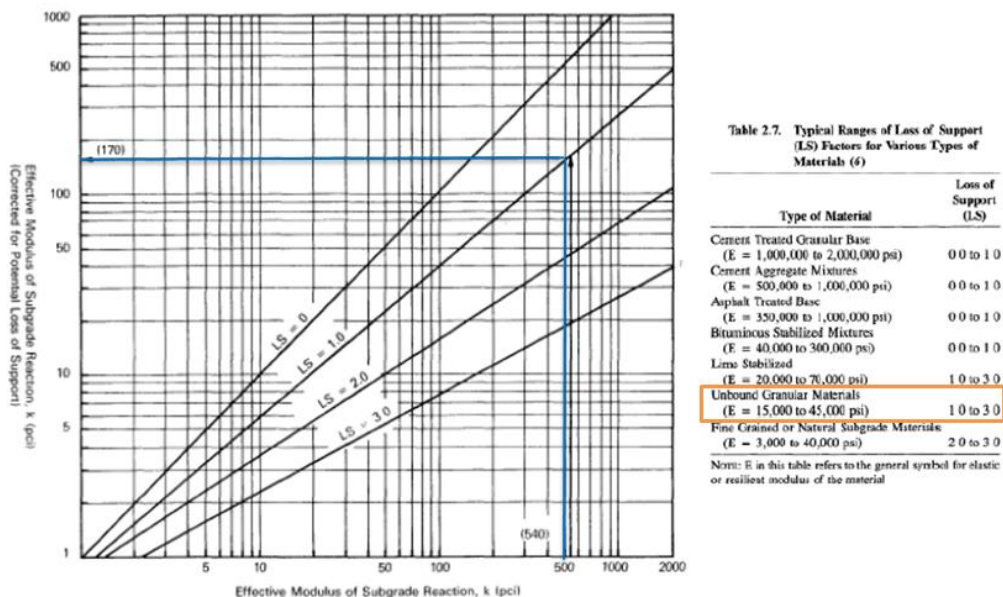


Figura 38 Módulo de reacción K Efectivo  
Fuente: (AASHTO, 1988)

El Valor del módulo de reacción de la subrasante efectivo  $K_{eff}$  es de 170 pci. Este valor será el que se realiza el diseño de pavimentos rígidos.

A continuación en la tabla 66 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla 66 Resumen de resultados obtenidos

CBR (BASE)	Mr (Tabla)	K	K corregido	DAÑO RELATIVO UF	K Efectivo
70	27000	400	500	65	170

### 3.6.5. CÁLCULO DEL NÚMERO DE CARGAS DE EJES SIMPLES DE 18000 LBS (MÉTODO ASSHTO) PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

La tabla 67 resume los principales parámetros requeridos para el cálculo del número de ejes equivalentes por el método de la AASHTO para pavimentos flexibles:







Tabla 67 Parámetros requeridos para el cálculo

Periodo de diseño (n)	20.00
Factor de distribución por dirección (FD)	50.00%
Factor de distribución por carril (FL)	100.00%
Porcentaje de Vc	8.38%
Índice de servicio final (Pt)	2.50
Numero estructural (SN)	3.84
Para pavimentos asfálticos ( $\delta$ )	0.05
Confiabilidad	85.00%
Zr para una confianza del 85%	1.04

En número estructural SN= 3.84 se obtuvo partiendo de una primera iteración de cálculo, donde se asumió inicialmente un valor de SN=3 en base a otros proyectos.





La tabla 68 muestra los resultados obtenidos del factor camión por el método de la AASHTO para pavimentos flexibles:

Tabla 68 Cálculo del Factor camión

ESQUEMA	Nº DE EJES	TIPO DE EJE	PESO		L <sub>2s</sub>	L <sub>18</sub>	L <sub>x</sub>	L <sub>2x</sub>	Pt	SN	G	B <sub>18</sub>	B <sub>x</sub>	W <sub>x</sub> /W <sub>18</sub>	F Equiva C.	Fact Camion
			Ton.	Kips												
	2	S	1.05	2.31	1	18	2.31	1	2.5	3.84	-0.201	0.706	0.401	2623.249	0.000	0.001
		S	1.21	2.662	1	18	2.662	1	2.5	3.84	-0.201	0.706	0.402	1618.551	0.001	
	2	S	7	15.4	1	18	15.4	1	2.5	3.84	-0.201	0.706	0.590	1.780	0.562	3.553
		S	11	24.2	1	18	24.2	1	2.5	3.84	-0.201	0.706	1.162	0.334	2.991	
	2	S	7	15.4	1	18	15.4	1	2.5	3.84	-0.201	0.706	0.590	1.780	0.562	3.553
		S	11	24.2	1	18	24.2	1	2.5	3.84	-0.201	0.706	1.162	0.334	2.991	
	3	S	7	15.4	1	18	15.4	1	2.5	3.84	-0.201	0.706	0.590	1.780	0.562	3.440
		TANDEM	20	44	1	18	44	2	2.5	3.84	-0.201	0.706	0.967	0.347	2.878	

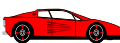



La tabla 69 resume el cálculo del número de ejes equivalentes (W<sub>18</sub>) para un período de 20 años:

Tabla 69 Cálculo del número de ejes equivalentes

ESQUEMA	Nº DE EJES	TIPO DE EJE	PESO		Fact Camion	Composicion veh. (TPDA <sub>0</sub> )	Composicion veh. en %	TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR	FACTOR DE PROYECCION (Fp)	W <sub>18</sub>	W <sub>18</sub> corregido
			Ton.	Kips							
	2	S	1.05	2.31	0.001	1366	100%	2.65%	26.27	6542	7371
		S	1.21	2.66							
	2	S	7	15.4	3.553	7	100%	1.09%	22.33	101363	114209
		S	11	24.2							
	2	S	3	6.6	3.553	97	100%	2.20%	25.06	1576305	1776078
		S	4	8.8							
	3	S	7	15.4	3.440	21	100%	2.20%	25.06	330387	372259
		TANDEM	20	44							
									TOTAL	2.01.E+06	2.27.E+06

- La proyección a 10 años (rehabilitación) del número de ejes equivalentes se muestra en la tabla 70:

Tabla 70 Cálculo del número de ejes equivalentes

ESQUEMA	Nº DE EJES	TIPO DE EJE	PESO		Fact Camion	Composicion veh. (TPDA <sub>0</sub> )	Composicion veh. en %	TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR	FACTOR DE PROYECCION (Fp)	W <sub>18</sub>	W <sub>18</sub> corregido
			Ton.	Kips							
	2	S	1.05	2.31	0.001	1366	100%	2.65%	11.43	2875	3239
		S	1.21	2.66							
	2	S	7	15.4	3.556	7	100%	1.09%	10.56	47983	54065
		S	11	24.2							
	2	S	7	15.4	3.556	97	100%	2.20%	11.17	703342	792480
		S	11	24.2							
	3	S	7	15.4	3.441	21	100%	2.20%	11.17	147330	166002
		TANDEM	20	44							
									TOTAL	9.02.E+05	1.02.E+06

### 3.6.6. CÁLCULO DEL NÚMERO DE CARGAS DE EJES SIMPLES DE 18000 LBS (MÉTODO ASSHTO) PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS





La tabla 71 resume los principales parámetros requeridos para el cálculo del número de ejes equivalentes por el método de la AASHTO para pavimentos rígidos:

Tabla 71 Parámetros requeridos para el cálculo

Periodo de diseño (n)	20.00
Factor de distribución por dirección (FD)	50.00%
Factor de distribución por carril (FL)	100.00%
Porcentaje de Vc	8.38%
Índice de servicio final (Pt)	2.50
Espesor de la losa (D)	8.66
Para pavimentos asfálticos (δ)	0.05
Confiabilidad	85.00%
Zr para una confianza del 85%	1.04





El espesor de la losa D=8.66 pulg se obtuvo partiendo de una primera iteración de cálculo, donde se asumió inicialmente un valor de D=8 pulg en base a otros proyectos. La tabla 72 muestra los resultados obtenidos del factor camión por el método de la AASHTO para pavimentos rígidos:

Tabla 72 Cálculo del factor camión

TIPO DE VEHÍCULO	ESQUEMA	Nº DE EJES	TIPO DE EJE	PESO		L <sub>2s</sub>	L <sub>18</sub>	L <sub>k</sub>	L <sub>2k</sub>	Pt	D	G	B <sub>18</sub>	B <sub>k</sub>	Wx/W18	F Equiva C.	Fact Camion
				Ton.	Kips												
A2		2	S	1.05	2.31	1	18	2.31	1	2.5	8.66	-0.2009	0.408	0.400	4216.075	0.000	0.001
			S	1.21	2.662	1	18	2.662	1	2.5	8.66	-0.2009	0.408	0.400	2598.292	0.000	
B2		2	S	7	15.4	1	18	15.4	1	2.5	8.66	-0.2009	0.408	0.405	2.006	0.499	4.238
			S	11	24.2	1	18	24.2	1	2.5	8.66	-0.2009	0.408	0.421	0.267	3.739	
2DB		2	S	7	15.4	1	18	15.4	1	2.5	8.66	-0.2009	0.408	0.405	2.006	0.499	4.238
			S	11	24.2	1	18	24.2	1	2.5	8.66	-0.2009	0.408	0.421	0.267	3.739	
3A		3	S	7	15.4	1	18	15.4	1	2.5	8.66	-0.2009	0.408	0.405	2.006	0.499	3.867
			TANDEM	20	44	1	18	44	2	2.5	8.66	-0.2009	0.408	0.416	0.297	3.368	





La tabla 73 resume el cálculo del número de ejes equivalentes ( $W_{18}$ ) para un período de 20 años:

Tabla 73 Cálculo del número de ejes equivalentes

TIPO DE VEHÍCULO	ESQUEMA	Nº DE EJES	TIPO DE EJE	PESO		Fact Camion	Composicion veh. (TPDA <sub>0</sub> )	Composicion veh. en %	TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR	FACTOR DE PROYECCION (Fp)	W <sub>18</sub>	W <sub>18</sub> corregido
				Ton.	Kips							
A2		2	S	1.05	2.31	0.001	1366	100%	2.65%	26.27	4073	4590
			S	1.21	2.662							
B2		2	S	7	15.4	4.238	7	100%	1.09%	22.33	120899	136221
			S	11	24.2							
2DB		2	S	3	6.6	4.238	97	100%	2.20%	25.06	1880121	2118398
			S	4	8.8							
3A		3	S	7	15.4	3.867	21	100%	2.20%	25.06	371394	418463
			TANDEM	20	44							
TOTAL											2.38.E+06	2.68.E+06

- La proyección a 10 años (rehabilitación) del número de ejes equivalentes se muestra en la tabla 74:

Tabla 74 Cálculo del número de ejes equivalentes

TIPO DE VEHÍCULO	ESQUEMA	Nº DE EJES	TIPO DE EJE	PESO		Fact Camion	Composicion veh. (TPDA <sub>0</sub> )	Composicion veh. en %	TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR	FACTOR DE PROYECCION (Fp)	W <sub>18</sub>	W <sub>18</sub> corregido
				Ton.	Kíps							
A2		2	S	1.05	2.31	0.001	1366	100%	2.65%	11.43	1772	1997
			S	1.21	2.662							
B2		2	S	7	15.4	4.238	7	100%	1.09%	10.56	57179	64426
			S	11	24.2							
2DB		2	S	7	15.4	4.238	97	100%	2.20%	11.17	838131	944352
			S	11	24.2							
3A		3	S	7	15.4	3.867	21	100%	2.20%	11.17	165562	186545
			TANDEM	20	44							
TOTAL											1.06.E+06	1.20.E+06

### 3.6.7. CÁLCULO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (MÉTODO ASSTHO)

Para este método se emplea los siguientes datos que se muestran en la tabla 75:

Tabla 75 Datos requeridos para el diseño

W <sub>18</sub>	2269916
CBR Subrasante (calculado)	5.00
Po (Índice de servicio inicial)	4.20
Pt (Índice de servicio final)	2.50
So (Desviación estándar)	0.45
Nivel de confianza	85%
Mr (subrasante)	7519.07
Zr (calculado mediante Excel)	-1.036433389

Los valores de la desviación estándar  $S_o$  debidos al tránsito están entre 0.35 y 0.45 para pavimentos rígidos y flexibles respectivamente. Por lo que se toma un valor de 0.45 (AASHTO, 1988).

El tránsito calculado es el que se efectuó luego de realizada una iteración, con el valor obtenido del Número estructural SN. El Método AASHTO emplea para su cálculo la figura 39:

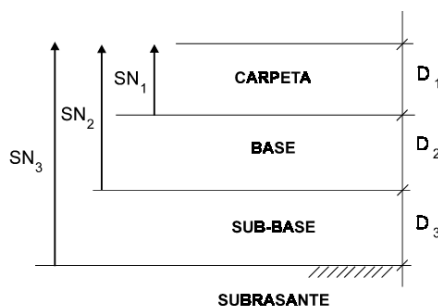


Figura 39 Estructura del pavimento flexible  
Fuente: (AASHTO, 1988)

- **CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL SN**

Se emplea el CBR de diseño para una proyección de 20 años y 10 años (5%) y el módulo resiliente  $M_R$ .

Aplicando la ecuación 40 se obtiene el valor del número estructural:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_0 + 9.36 * \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

Ecuación 40 Número estructural  
Fuente: (Montejo, 1998)

Donde:

$W_{18}$ : Número de ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas.

$Z_R$ : Desviación estándar normal.

$S_0$ : Error estándar combinado de la predicción del tránsito y de la predicción del comportamiento.

$\Delta PSI$ : Diferencia entre el índice de servicio inicial ( $P_0$ ) y el final ( $P_t$ ).

$M_R$ : Módulo resiliente.

$SN = a_1 d_1 + a_2 d_2 m_2 + a_3 d_3 m_3$ . (Siendo:  $a_i$ : Coeficiente estructural de la capa  $i$ , el cual depende de la característica del material con que ella se construya.  $d_i$ : Espesor de la capa  $i$  en pulgadas.  $m_i$ : Coeficiente de drenaje de la capa  $i$ .)

El valor del SN es un valor abstracto, y que expresa la resistencia estructural de un pavimento requerido, bajo una combinación dada de soporte de suelo ( $M_R$ ), de tránsito ( $W_{18}$ ), de la serviciabilidad y de las condiciones ambientales (Montejo, 1998). Empleando los valores antes mencionados se calcula el valor de  $SN_3 = 3.80$  para ello se trabaja con en la hoja de cálculo Excel empleando la función buscar objetivo en la ecuación 40; esto se lo realiza descomponiendo la ecuación en partes.

**SUBBASE.** Se asume que tendrá un CBR de 30 considerando que se trata de una subbase buena. El módulo resiliente  $M_r$  de 14500 psi tomado del ábaco mostrado en la figura 40 y a su vez se empleado para calcular el coeficiente  $a_3$  para la subbase ( $a_3=0.115$ ):

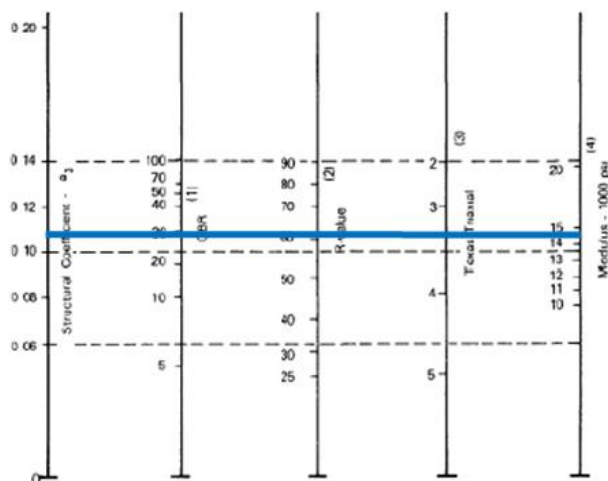


Figura 40 Coeficiente  $a_3$  subbase

Fuente: (AASHTO, 1988)

SN3 se obtuvo anteriormente mediante la ecuación 40 cuyo valor fue de 3.80. Con esto determinamos el valor de  $SN3^* = 0.82$  (ver tabla 78).

**BASE.** Se asume que tendrá un CBR de 80 considerando que se trata de una base granular buena. El módulo resiliente  $M_r$  es de 28500 psi tomado del ábaco mostrado en la figura 41 y a su vez se emplea para determinar el coeficiente  $a_2$  para la base ( $a_2=0.135$ ).

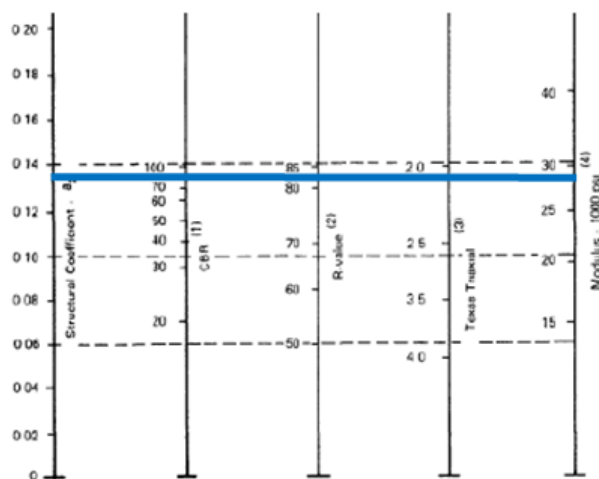


Figura 41 Base granular  $a_2$

Fuente: (AASHTO, 1988)

Se determina el valor el valor de  $SN2 = 2.96$  y  $SN2^* = 0.58$  (ver tabla 78).

## CAPA DE RODADURA

El módulo elástico asumido para el concreto asfáltico a 68°F es de 400000psi. Este valor se determina en el laboratorio mediante el ensayo Marshall. En la figura 42 se determina el valor  $a_1=0.44$  obtenido con estos datos:

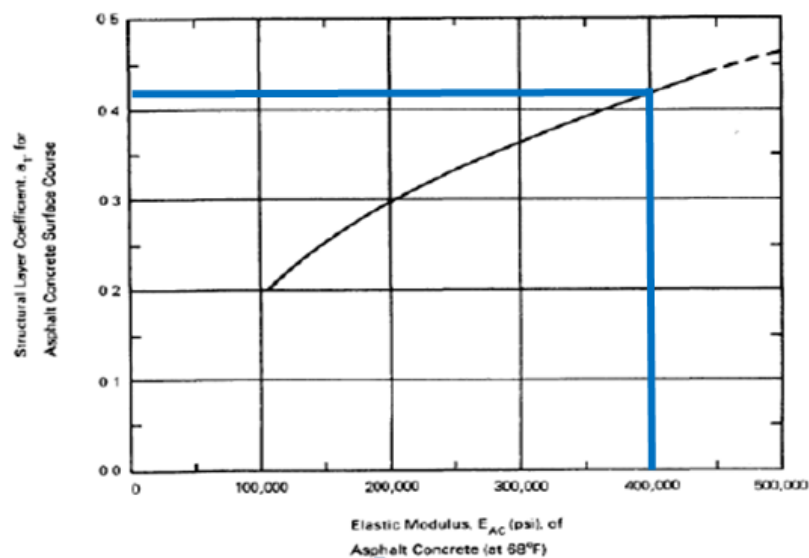


Figura 42 Coeficiente  $a_1$   
Fuente: (AASHTO, 1988)

El valor de  $SN_1 = 2.28$  y  $SN_1^* = 2.43$  (ver tabla 78).

El cálculo de los espesores (D) requiere de las siguientes ecuaciones 41, 42 y 43:

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \Rightarrow SN_1' = a_1 * m_1 * D_1'$$

Ecuación 41 Espesor de la capa de pavimento asfáltico  
Fuente: (Montejo, 1998)

$$D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1'}{a_2 * m_2} \Rightarrow SN_2' = a_2 * m_2 * D_2'$$

Ecuación 42 Espesor de la base  
Fuente: (Montejo, 1998)

$$D_3 \geq \frac{SN - (SN_1' + SN_2')}{a_3 * m_3} \Rightarrow SN_3' = a_3 * m_3 * D_3'$$

Ecuación 43 Espesor de la subbase  
Fuente: (Montejo, 1998)

Donde

ai: Coeficiente estructural de la capa i, el cual depende de la característica del material con que ella se construya.

di: Espesor de la capa i en pulgadas.

mi: Coeficiente de drenaje de la capa i.

Los valores del coeficiente de drenaje (m) se obtienen mediante las tablas 76 y 77, en función de la calidad de drenaje, que en este caso se consideró como bueno considerando que la remoción del agua se hiciera en 1 día:

Tabla 76 Calidad del drenaje

Fuente: (Montejo, 1998)

Calidad del drenaje	Término para remoción del agua
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Aceptable	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	(El agua no drena)

El porcentaje de tiempo de exposición próximo a la saturación a la que estará expuesto el pavimento se considera mayor al 25% y sabiendo que la calidad de drenaje es buena, el coeficiente de drenaje se considera  $m_i=1$  como se aprecia en la tabla 77:

Tabla 77 Coeficiente m de drenaje

Fuente: (Montejo, 1998)

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	1.4-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.5	1.05-0.8	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

En la tabla 78 se presenta un resumen de los resultados obtenidos cumpliendo con los espesores establecidos por la AASHTO:

Tabla 78 Espesor de las capas que conforman el pavimento

	SN	ai	mi	D (pulg)	D asumido (pulg)	D (cm)	SN*
SUBBASE	3.80	0.115	1	6.91	7.09	18.00	0.82
BASE	2.96	0.135	1	3.98	4.33	11.00	0.58
ASFALTO	2.28	0.44	-	5.19	5.51	14.00	2.43
					TOTAL	43.00	3.82

El valor del número estructural SN calculado con los espesores asumidos (3.82) es mayor al número estructural determinado mediante el tránsito SN3 (3.80) por lo que estos valores cumplen con lo establecido por el método, sin embargo, en nuestro medio el espesor de la capa de rodadura, es decir el hormigón asfáltico, presenta altos costos. Es por ello que se pretende bajar el espesor de la capa de rodadura aumentando con esto los espesores de

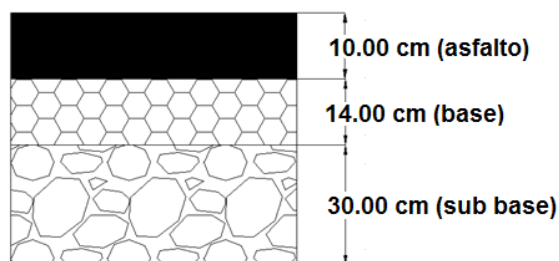


la base y subbase, y calcular nuevamente los números estructurales, de tal manera que cumpla que el número estructural SN sea mayor o igual a SN3. En la tabla 79 se puede apreciar los cálculos y resultados del mismo:

**Tabla 79 Estructura equivalente de espesores de las capas que conforman el pavimento**

	ai	mi	D (asumido pulg)	D (cm)	SN*
SUBBASE	0.115	1	11.81	30.00	1.36
BASE	0.135	1	5.51	14.00	0.74
ASFALTO	0.44	-	3.94	10.00	1.73
TOTAL				54.00	3.83

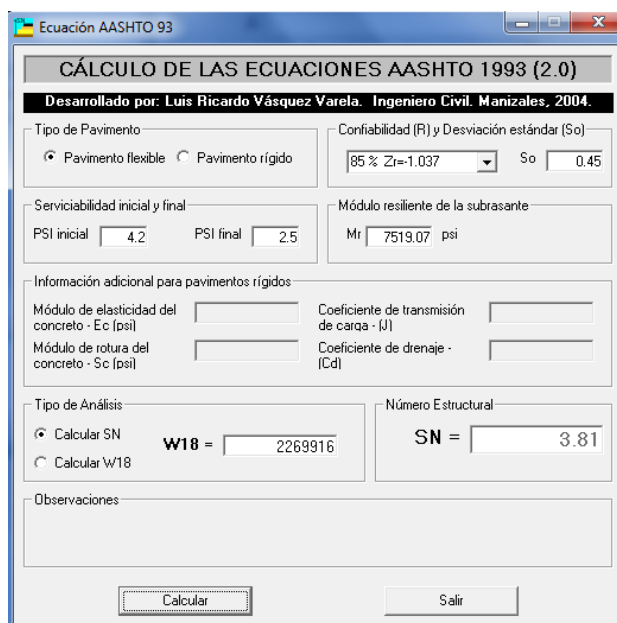
El valor del número estructural SN calculado con los nuevos espesores asumidos (3.83) es mayor al número estructural determinado mediante el tránsito SN3 (3.80), por lo que estos valores cumplen con lo establecido por el método. En la figura 43 se puede apreciar la estructura del pavimento a ser colocada:



**Figura 43 Estructura del pavimento**

#### Comprobación del cálculo del número estructural SN:

En la figura 44 se muestra el valor del número estructural SN calculado mediante un programa computacional (Vásquez, 2004):



**Figura 44 Cálculo del número estructural SN**

Fuente: (Vásquez, 2004)

Tanto el valor obtenido en el programa como el calculado mediante la hoja de cálculo Excel son prácticamente los mismos.

## REHABILITACIÓN

Para la rehabilitación se realizó en un período de 10 años. El proceso es el mismo para el cálculo del SN de la subrasante con la diferencia que se requirió el tránsito proyectado a estos años. Luego se determinó el W18 para un Pt de 1.5 empleado de los valores de los SN calculados. El resumen de los resultados se presenta en la tabla 80:

**Tabla 80 Espesor para la rehabilitación**

AÑO	SN	W18	W18 FINAL	RL%	RL	Cf	S <sub>Neff</sub>	REFUERZO SN	ADICIONAL EN PULG
2017-2027	3.34	1015786	1662372	38.90%	0.389	0.828	2.76	0.693	1.65
2027-2037	3.45	1254130	2133790	41.23%	0.412	0.842	2.91		

### 3.6.8. CÁLCULO DEL PAVIMENTO RÍGIDO (MÉTODO ASSTHO)

Para el diseño de pavimento rígido por este método interviene para su análisis diversos parámetros como se muestra en la tabla 81:

**Tabla 81 Parámetros para el diseño**

RESISTENCIA DEL HORMIGÓN $f'_c =$	300	kg/cm <sup>2</sup>
CBR DISEÑO	5.00	
MODULO DE REACCIÓN k	2.77	kg/cm <sup>3</sup>
	100	pci
MODULO DE ELASTICIDAD $E_c$	987268.96	kg/cm <sup>2</sup>
	3719465.54	psi
MODULO DE ROTURA $S'_c$	173.20	kg/cm <sup>2</sup>
	653	psi
Usar pasadores J	3.6	
Po	4.5	
Pt	2.5	
Nivel de confianza	85%	
ERROR ESTÁNDAR COMBINADO $S_o =$	0.35	
COEFICIENTE DE DRENAJE $C_d =$	1	
W18	2677672	
ZR=	-1.036	
$\Delta PSI$	2	

#### ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS:

- La resistencia del hormigón por la cantidad de tráfico que va a soportar se adoptó un valor de 300 kg/cm<sup>2</sup> empleado en nuestro medio.
- El CBR de diseño de la subrasante es de 5%.
- Módulo de reacción  $K_{eff}$  es de 100 pci ya calculado.
- Módulo de elasticidad se determina por la ecuación 44 (Cordo, 1998):

$$E_c = 57000 * (f'c)^{0.5} \text{ en psi}$$

$$E_c = 4730 * (f'c)^{0.5} \text{ en MPa}$$

Ecuación 44 Módulo de elasticidad

Fuente: (Cordo, 1998)

Donde:

$E_c$ : módulo elástico del hormigón.

$f'c$ : resistencia a la compresión simple del hormigón.

- El Módulo de Rotura se calcula empleando la ecuación 45

$$S'c = 7 a 12 (f'c)^{0.5}$$

Ecuación 45 Resistencia a la compresión simple

Fuente: (Cordo, 1998)

Donde:

$f'c$ : resistencia a la compresión simple del hormigón.

Para esta fórmula se adoptó el valor de  $10(f'c)^{0.5}$ .

- Uso de pasadores viene dado por la tabla 82. En la tabla indica si las bermas son de asfalto o concreto, si presenta dispositivos de transferencia de carga, si es no reforzado o reforzado con juntas o reforzado continuo. En este caso la vía no presenta bermas y está reforzado con juntas. El valor asumido fue de 3.6:

Tabla 82 Parámetros por uso de pasadores

Fuente: (AASHTO, 1988)

Shoulder	Asphalt		Tied P.C.C.	
	Yes	No	Yes	No
Load Transfer Devices				
Pavement Type				
1 Plain jointed and reinforced	3 2	3 8-4 4	2 5-3 1	3 6-4 2
2 CRCP	2 9-3 2	N/A	2 3-2 9	N/A

- Índice de serviciabilidad inicial y final respectivamente ( $P_o=4.5$  y  $P_t=2.5$ ).
- Confiabilidad 85%.
- Error estándar combinado para pavimentos rígidos 0.35 (Cordo, 1998).
- Coeficiente de drenaje ( $C_d=1$ ) en términos del tiempo que tarda el agua en ser eliminada de la subbase (mayor al 25%) y considerando el drenaje como bueno aplicando la tabla 83 para pavimentos rígidos:

Tabla 83 Coeficiente m de drenaje  
Fuente: (Cordo, 1998)

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Excelente	1.25-1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Bueno	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Regular	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Pobre	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Muy pobre	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

- W18 el valor del tráfico luego de haber realizado la primera iteración (W18=2677672)
- Zr obtenido en el programa Excel aplicando la Distribución normal inversa con la confianza del 85%.
- La ecuación 46 de la AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 7.35 \times \log_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32Pt) \times \log_{10} \left( \frac{S'_c \times C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \left[ \frac{D^{0.75} - 18.42}{(Ec / k)^{0.25}} \right]} \right)$$

Ecuación 46 Espesor de losa  
Fuente: (Cordo, 1998)

Empleando los valores antes mencionados se calcula el valor de D= 8.259 pulg o 20.98 cm asumiendo un D=22 cm o 9 pulg; este valor es obtenido mediante la ecuación 46 mostrada anteriormente, para ello se trabaja con en la hoja de cálculo Excel empleando la función buscar objetivo; esto se lo realiza descomponiendo la ecuación en partes.

La base se asumirá de 15 cm (6 pulg) (ver figura 35). A continuación se muestra en la figura 45 los espesores de las capas que conforman el pavimento rígido:

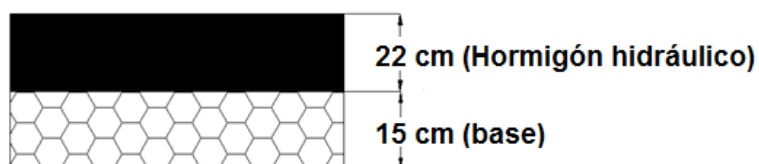


Figura 45 Estructura del pavimento

## PASADORES

En condiciones de alto tráfico y/o clima adverso, es necesario complementar la eficiencia de la trabazón de agregados mediante el empleo de barras de acero liso, que conectan entre si las losas separadas por juntas como se aprecia en la figura 46 (Montejo, 1998):

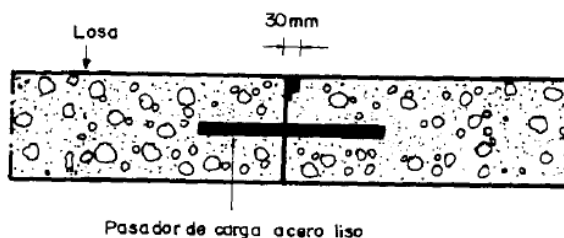


Figura 46 Tipo de pasador  
Fuente: (Montejo, 1998)

Para el cálculo de la estructura de pavimento anteriormente descrita, se requirió el factor  $J=3.6$  (uso de pasadores) y que se obtuvo mediante la tabla 82.

Mediante el espesor de la losa ( $D=22\text{cm}$ ) en la tabla 84 se presentan algunas recomendaciones para el uso de pasadores (Montejo, 1998):

Tabla 84 Recomendación para la selección de los pasadores de carga  
Fuente: (Montejo, 1998)

Esesor del pavimento	Diámetro del pasador		Longitud total	Separación entre centros
(mm)	(mm)	(pulg.)	(mm)	(mm)
0 - 100	13	1/2	250	300
110 - 130	16	5/8	300	300
140 - 150	19	3/4	350	300
160 - 180	22	7/8	350	300
190 - 200	25	1	350	300
210 - 230	29	1 1/8	400	300
240 - 250	32	1 1/4	450	300
260 - 280	35	1 3/8	450	300
290 - 300	38	1 1/2	500	300

En la tabla 85 se presenta en resumen los valores obtenidos para los pasadores:

Tabla 85 Resultados de pasadores

D (esesor de la losa)	22	cm
D (diámetro del pasador)	29	mm
Long total (pasador)	400	mm
Separación (pasador)	300	mm
Ancho efectivo (losa)	5.20	m
# de pasadores	17.0	u

El ancho efectivo de la losa se calcula restando 15 cm a cada lado de la misma (separación de barras).

### BARRAS DE ANCLAJE

Para las barras de anclaje se requiere los datos que se aprecian en la tabla 86:

Tabla 86 Datos para barras de anclaje

W18	2677672
D (espesor losa)	0.22m
D de la varilla	¾ pulg

Con los datos de la varilla adoptada en la tabla 87 se determina los diversos parámetros de la misma:

Tabla 87 Datos para barras de anclaje

Diámetro		Área (cm <sup>2</sup> )	Perímetro (cm)	Peso (kg/m)
pulgadas	mm			
3/8	10	0,79	31,42	0,62
1/2	12	1,13	37,70	0,89
5/8	16	2,01	50,27	1,58
3/4	20	3,14	62,83	2,47

ÁREA REQUERIDA PARA EL ACERO POR METRO DE LONGITUD (cm<sup>2</sup>)

Se determina mediante la ecuación 47:

$$A_u = \frac{bfh}{f_s} \quad f_s = 0,5f'_s$$

Ecuación 47 Cálculo del área y tensión del acero

Fuente: (Montejo, 1998)

Donde: b= Distancia entre la junta en consideración y el borde de la losa libre más cercano (m). La figura 47 muestra recomendaciones realizadas por la PCA en cuanto a la separación máxima en función del espesor de la losa para distintas condiciones de soporte (subbase no estabilizada y subbase estabilizada) (Cordo, 1998). Siendo el espesor del pavimento de 9 pulg y considerando una subbase no estabilizada se adopta un valor de 20 pies (6.1 m):

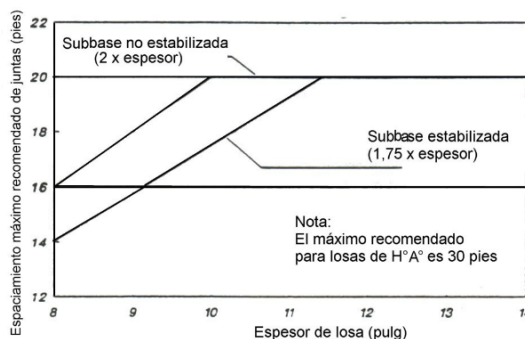


Figura 47 Espaciamiento mínimo de juntas

Fuente: (Montejo, 1998)

Empleando la ecuación 47 y bajo una carga de 8.2 Tn,  $f$ = Coeficiente de fricción. Se toma generalmente (1.5) (Montejo, 1998),  $\gamma$ = Peso de la losa (24 kg/m<sup>2</sup>/cm de espesor),  $h$ = Espesor de la losa (0.22 m),  $f's$ = tensión de fluencia del acero (barras corrugadas normales 3000 kg/cm<sup>2</sup>). Al realizar los cálculos se establece que  $A_a$ = 3.2208 cm<sup>2</sup>.

**ESPACIAMIENTO ENTRE BARRAS** Se determina mediante la ecuación 48:

$$e = \frac{A_b}{A_a}$$

Ecuación 48 Espaciamento entre barras

Fuente: (Montejo, 1998)

Donde:

$A_a$ = Área requerida para el acero por metro de longitud (3.2208cm<sup>2</sup>).

$A_b$ = Área de acero de cada barra (3.14cm<sup>2</sup> visto en tablas).

Al realizar los cálculos se establece que  $e$ = 1 m asumido 100 cm.

**LONGITUD TOTAL DE LA BARRA DE ANCLAJE (cm2).** Se determina mediante la ecuación 49:

$$L = \frac{2 \cdot A \cdot f_s}{a \cdot p} + 7.5$$

Ecuación 49 Longitud de barra de anclaje

Fuente: (Montejo, 1998)

Donde:

$A_b$ = Área de acero de cada barra (3.14 cm<sup>2</sup>).

$f's$ = tensión de fluencia del acero (barras corrugadas normales 3000 kg/cm<sup>2</sup>).

$a$ = Esfuerzo de trabajo por adherencia. Para acero corrugado no exceder de 24.6 kg/cm<sup>2</sup> (Montejo, 1998).

$p$ = perímetro de la varilla ( $p$ =6.28 cm visto en tabla).

Al realizar los cálculos se establece que  $L$ = 68.44 cm asumido 69 cm.

En la tabla 88 se presenta en resumen los cálculos realizados:

Tabla 88 Resumen de cálculo

W18	2677672	
D (h)	0.22	m
D de la barrilla	3/4	pulg
Long de la losa (b)	6.1	m
$\gamma$	24	kg/m <sup>2</sup> /cm
$f$	1.5	
$f's$	3000	kg/cm <sup>2</sup>
$f_s$	1500	kg/cm <sup>2</sup>
$A_a$	3.22	cm <sup>2</sup>
$A_b$	3.14	cm <sup>2</sup>
$e$	1.0	m
$e$ asumido	100	cm
Perímetro	6.28	cm
$a$	24.6	kg/cm <sup>2</sup>
$L$	68.44	cm
$L$ asumido	69	cm



## REHABILITACIÓN

Para la rehabilitación se toma un período de 10 años. El proceso es el mismo para calcular el espesor de la losa D con la diferencia que se requiere el tránsito proyectado a 10 años. Luego se deberá determinar el W18 para un Pt de 1.5 empleando de los valores de los D calculados. El resumen de los resultados se presenta en la tabla 89:

**Tabla 89 Espesor para rehabilitación**

AÑO	D	W18	W18 FINAL	RL%	RL	Cf	Deff	REFUERZO D	cm
2017-2027	7.48	1197319	2058116	41.82%	0.4182	0.845	6.323	1.55	3.938
2027-2037	7.87	1480353	2806021	47.24%	0.4724	0.875	6.896		

### 3.6.9. ANÁLISIS DE FUENTES DE MATERIALES

Para este estudio vial, de los recorridos realizados en la zona y en base a análisis de laboratorio que se han realizado anteriormente, se ha determinado que dentro del área del proyecto existe una cantera, perteneciente a transportes Chalco, la misma que por las características de su suelo los materiales no presta las condiciones geomecánicas requeridas para la confección de agregados requeridos para base y subbase al momento de su construcción más la misma serviría como mejoramiento o para pedraplén.

En tal virtud, se ha visto como una alternativa sugerida para la fuente de materiales los procedentes del sector de la Josefina, así como la cantera en el sector de El Cabo perteneciente al Cantón Paute, cuyos materiales son de procedencia aluvial y presentan buenas características físicas - mecánicas para ser utilizadas en el proyecto, en especial para agregados en la fabricación de hormigón tanto hidráulico como asfáltico, así como la producción de material de base granular y subbase (Urgilés, 2014). Otra opción son los materiales del río Santa Bárbara (Quilambaqui, 2017) y que cuyas características se muestran en la tabla 90:

PROCEDENCIA	%LL	%IP	% DESGASTE	CBR	USO
ESPECIFICACIÓN	< 35%	< 9	NE	> 10%	MEJORAMIENTO
	< 25%	< 6	máximo 50%	> = 30%	SUBBASE
	< 25%	< 6	máximo 40%	> = 80%	BASE
JOSEFINA	NP	NP	33.1	NP	BASE, SUBBASE
RÍO PAUTE	NP	NP	33.1	NP	BASE, SUBBASE, AGREGADOS
RÍO SANTA BÁRBARA	NP	NP	NP	32%	SUBBASE
CHALCO	35 %	14	NP	NP	MEJORAMIENTO

**Tabla 90 Fuentes de materiales**

Fuente: (NEVI, 2013), (Urgilés, 2014), (Quilambaqui, 2017)



- **RESUMEN GENERAL**

Mediante el empleo del estudio de suelos realizado en la vía Centro Parroquial, Santa Catalina, El Despacho, Santa Sofía y Guncay, así como el conteo de tránsito efectuado y con el empleo del método de la American Association of State Highway and Transportation Officials para el cálculo de pavimentos flexibles y rígidos, se determinó la estructura del pavimento compuesta de la siguiente manera:

**PAVIMENTO FLEXIBLE:**

- Capa de mejoramiento: 20 cm.
- Capa de subbase: 30 cm.
- Capa de base: 14 cm.
- Capa de asfalto: 10 cm.
- 

**PAVIMENTO RÍGIDO:**

- Capa de mejoramiento: 20 cm.
- Capa de base: 15 cm.
- Capa de hormigón hidráulico: 22 cm.
- Resistencia del hormigón: 300 kg/cm<sup>2</sup>.

**PASADORES:**

- Diámetro del pasador: 1 1/8" (29 mm)
- Longitud total: 400 mm
- Separación: 300 mm
- Número de pasadores (entre losa y losa): 17 unidades

**BARRAS DE ANCLAJE:**

- Diámetro de la varilla: 3/4" (20 mm).
- Longitud de la losa: 6.1 m.
- Espaciamiento entre varillas: 100 cm.
- Longitud de la varilla: 69 cm.

#### 4. CAPÍTULO 4. SISTEMA DE DRENAJE

Este capítulo tratará todos los aspectos relacionados al drenaje vial, en los que se detallan la recopilación de información, estudio hidrológico, drenaje longitudinal, estudio hidráulico y drenaje transversal, especificando dimensiones de los diversos componentes.

##### 4.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La vía en estudio une la Vía a El Valle y Vía Monay, Baguanchi, Paccha, con una longitud aproximada de 3 Km, actualmente la sección transversal está compuesta por dos carriles, respectivamente uno para cada sentido. El drenaje vial corresponde el diseño de obras de drenaje menor (cunetas, cunetas de coronación, subdrenes) y obras de drenaje mayor (puentes y alcantarillas).

Tiene cuatro funciones principales:

- Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada;
- Controlar el nivel freático;
- Interceptar al agua que superficial o subterráneamente escurre hacia la carretera; y,
- Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

El sistema hídrico en el que se encuentra la parroquia de El Valle se localiza en la cuenca alta del río Paute, formando de igual manera el Sistema Santiago (Toledo, 2015). Así también la parroquia de El Valle se localiza sobre cinco subcuencas hidrográficas como se muestra en la tabla 91:

**Tabla 91 Cuencas, subcuencas y microcuencas de la parroquia de El Valle**  
Fuente: (Toledo, 2015)

Cuenca	Subcuenca	Microcuenca	Área (Ha)	%
Paute	Río Jadán	Río Maluay	2087,66	47,40
		Río Quingeo Alto		
		Río Quingeo Bajo		
	Río Tarqui	Río Tarqui	28,07	0,63
	Río Tomebamba	Río Tomebamba	1699,82	38,59
	Río Yanuncay	Río Yanuncay	580,56	13,18
		Q. Gapal		
	Río Cuenca	Río Tomebamba	8.32	0,2
		Río Paute		
Total			4404,43	100

La ilustración 26 muestra la ubicación de las microcuencas en la parroquia de El Valle:

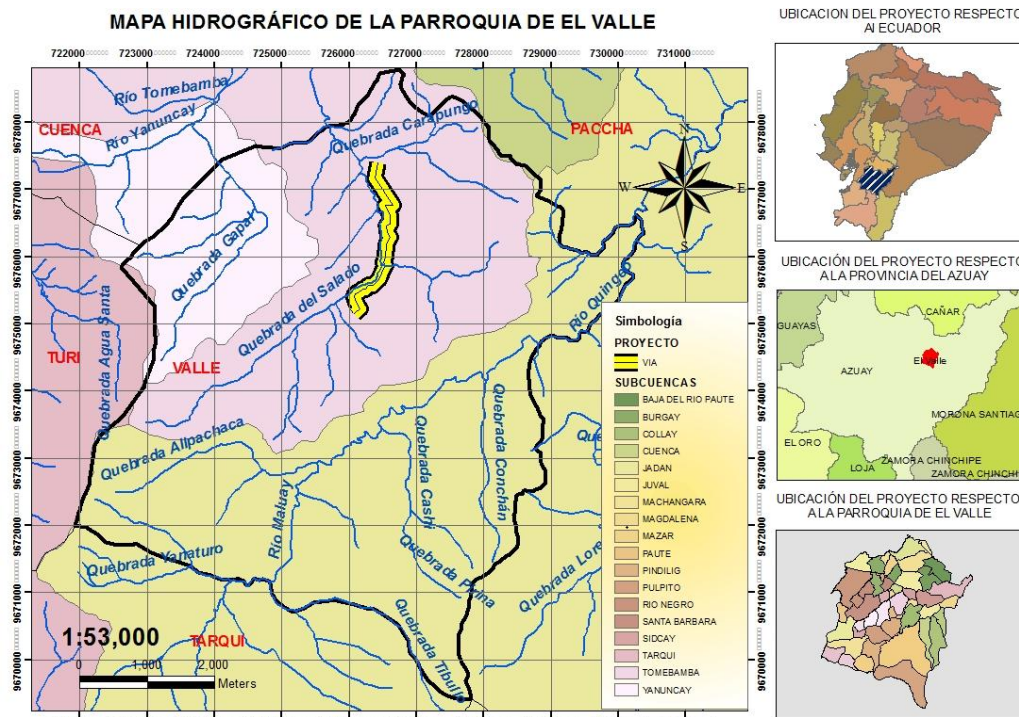


Ilustración 26 Mapa Hidrográfico de la parroquia de El Valle

La red hídrica de la parroquia de El Valle perteneciente a la cuenca del Paute tiene una longitud de 106,34 km entre ríos, quebradas y lagunas. La fuente más importante forma el río Maluay que atraviesa la parroquia de sur a oeste y que es afluente del río Quingeo aguas abajo (Toledo, 2015). En la tabla 92 se muestra la red hídrica de la parroquia de El Valle:

Tabla 92 Red hídrica de la parroquia de El Valle  
Fuente: (Toledo, 2015)

Red hídrica de la parroquia de El Valle			
Tipo	Nombre	Longitud (Km)	%
Río	Río Maluay	8,47	7,96
Quebradas	Quebrada Alpachaca	39,05	36,72
	Quebrada Carapungo		
	Quebrada Camero		
	Quebrada Cachi		
	Quebrada del Salado		
	Quebrada Guaguahuaycu		
	Quebrada Piricocha		
	Quebrada Pirina		
	Quebrada Santa Catalina		
	Quebrada Sigueza		
	Quebrada Tasqui		
	Quebrada Tenorio		
	Quebrada Tibullo		
Otros Efluentes	S/N	58,82	55,32
Total		106,34	100%

## 4.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO

### 4.2.1 INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

La información hidrometeorológica empleada en el estudio corresponde a las intensidades de lluvia a utilizarse en los respectivos cálculos y modelos, para lo cual se recurrió a las ecuaciones pluviométricas publicadas en el estudio de lluvias intensas realizado por el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) para todo el país. La figura 48 muestra la zonificación de intensidades de precipitación:

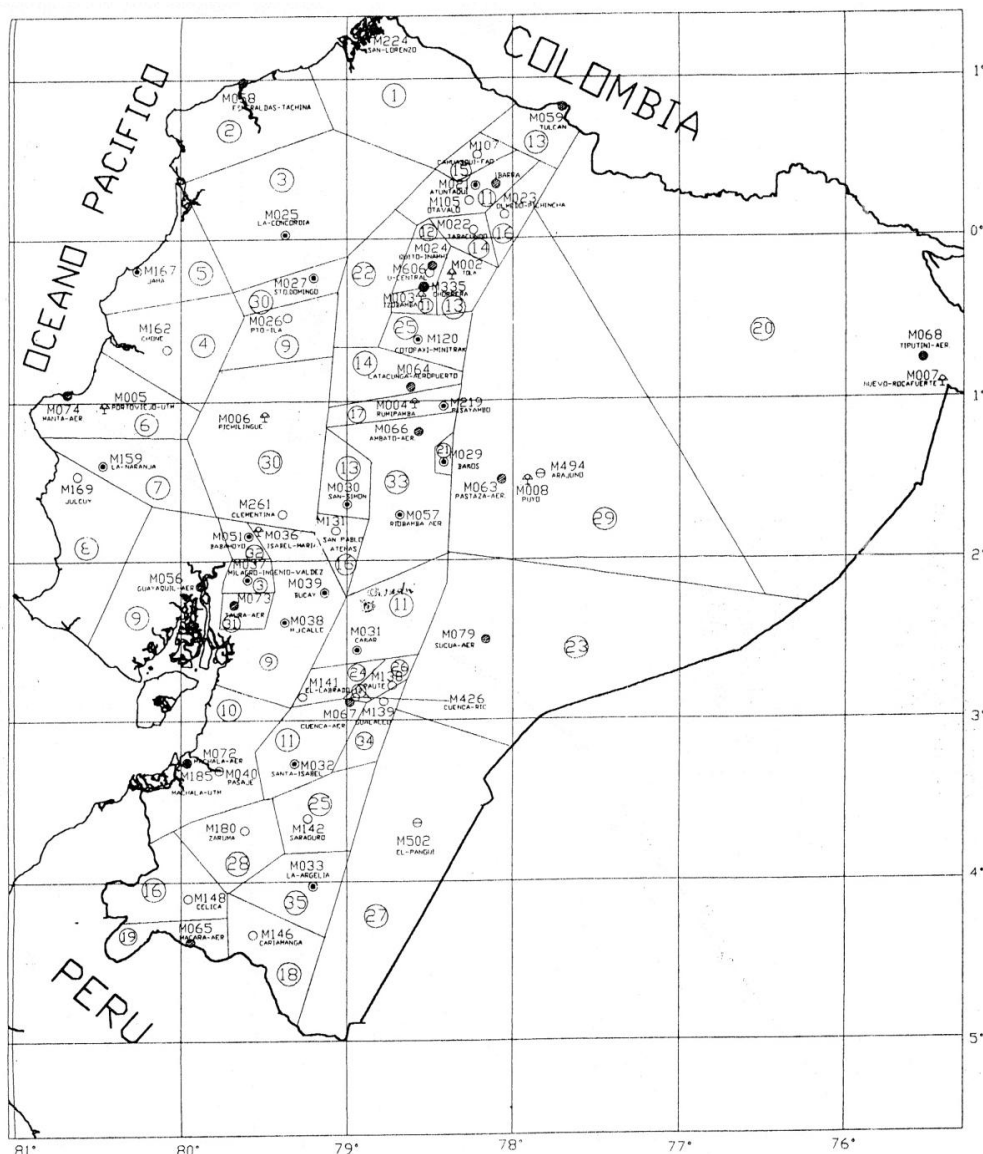


Figura 48 Zonas características de intensidades de precipitación

Fuente: (INAMHI, 1999)

El Proyecto se localiza en la Zona No. 11. Además es necesario considerar un periodo de retorno de 25 años.



La figura 49 nos indica las isolíneas de intensidades de precipitación para varios períodos de retorno en función de la máxima en 24 horas:

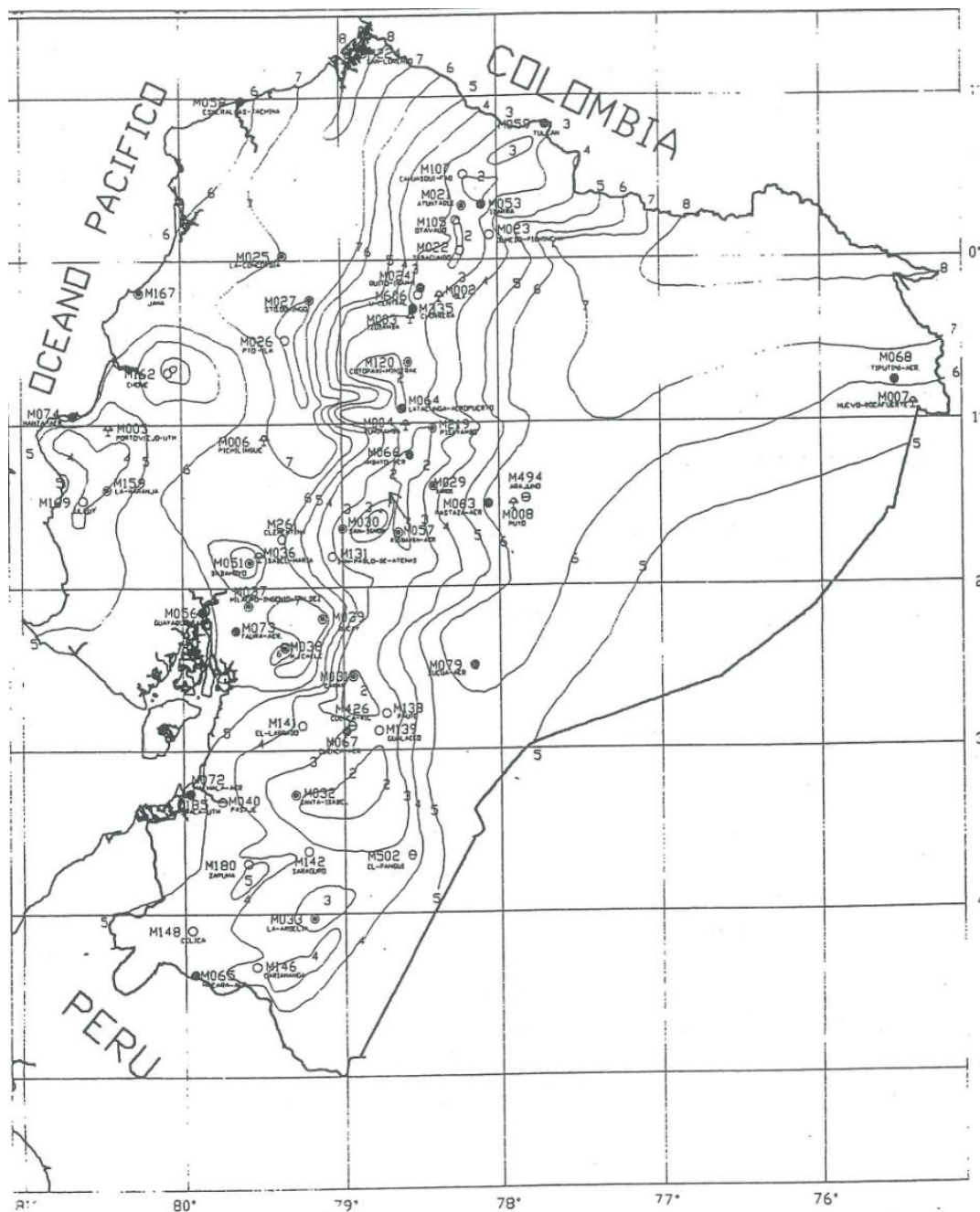


Figura 49 Isoyetas de Intensidades de Precipitación TR 25 años  
Fuente: (INAMHI, 1999)

El Proyecto al localizarse en la Zona No. 11 (Cuenca- Azuay) y al dirigirnos a la figura 49, determinamos un valor de isoyeta de para esa zona de 3.15.

## DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Con el fin de disponer de un valor de duración de intensidad de lluvia que permita calcular el caudal máximo a la salida de la cuenca, se adoptó dicha duración igual al tiempo de concentración.

En la ilustración 27, al analizar la cuenca para el proyecto se obtiene lo siguiente:

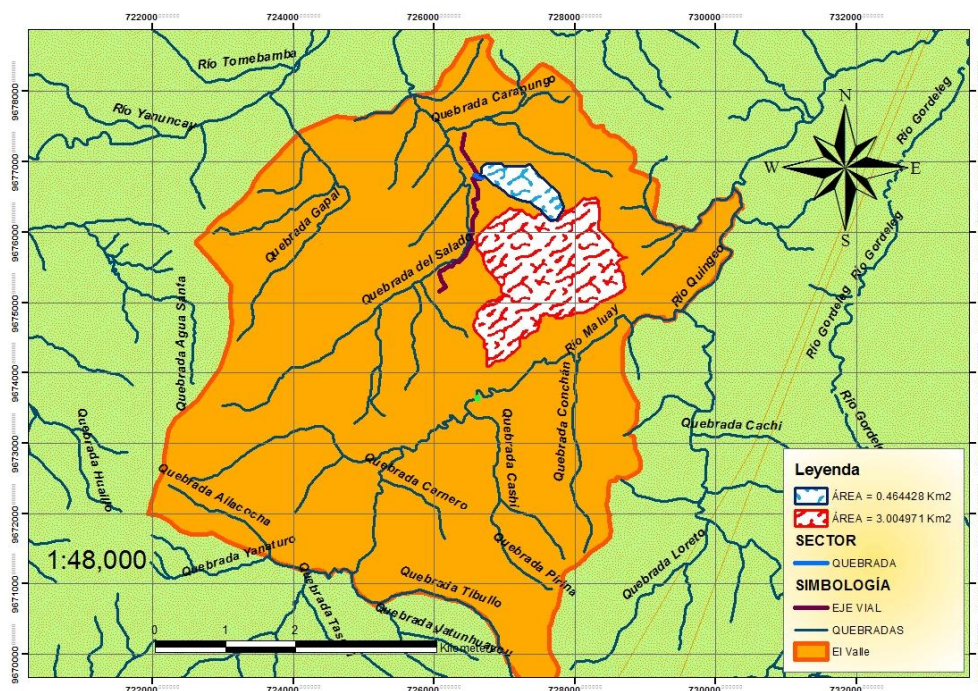


Ilustración 27 Cuencas hidrográficas del proyecto

La tabla 93 resumen las principales cuencas con su respectiva área:

Tabla 93 Resumen de las cuencas Hidrográficas

ABSCISA	DESCRIPCIÓN	ÁREA (km2)
0+980	CUENCA 1	3.004
1+980	CUENCA 2	0.46

Según el área de aporte de la cuenca se escoge el método para la estimación del caudal de diseño:

- Área de la cuenca < 5 km<sup>2</sup> se aplica el método racional
- Área de la cuenca > 5 km<sup>2</sup> y < 70 km<sup>2</sup> se aplica método del hidrograma unitario (HEC-HMS)

Para el diseño se utilizó la tabla 94 donde se mencionan algunas ecuaciones para determinar el tiempo de concentración. Se adoptó la ecuación 50 que es empleada para cuencas de montaña:



**Tabla 94 Ecuaciones para tiempo de concentración**

Fuente: (NEVI, 2013)

Autor	Expresión	Observaciones
Normas Españolas	$T_c = 18 L^{0,76} S^{0,19}$	
California Culverts Practice (1942)	$T_c = 57 (L^3/H)^{0,385}$	Cuencas de montaña
Giandotti	$T_c = 60 ((4 A^{0,5} + 1,5 L)/(0,8 H m^{0,5}))$	Cuencas pequeñas con gradiente
Soil Conservation Service (1975)	$T_c = 258,7 L^{0,8} ((1000/CN) - 9)^{0,7} / 1900 S^{0,5}$	Cuencas rurales

$$T_c = 57 * \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

***T<sub>c</sub> = Tiempo de concentración en minutos***

***L = Longitud del cauce principal en Km.***

***H = Desnivel (H<sub>max</sub> - H<sub>min</sub>) en m.***

**Ecuación 50 Cálculo de Tiempo de Concentración**

Fuente: (NEVI, 2013)

Los datos de la cuenca hidrográfica se presentan en la tabla 95:

**Tabla 95 Datos de la cuenca hidrográfica**

	DATOS CUENCA			
	LONGITUD	COTAS		Tc
	(Km)	Max (m.s.n.m)	Min (m.s.n.m)	(min)
1	1.282	2640	2520	12.023
2	2.857	2700	2520	25.952

Para la intensidad máxima diaria se emplea la ecuación 51:

- ***Para duraciones de la lluvia de 5 min < t < 60 min:***  

$$I_{Tr} = 137.27 t^{-0,5153} I_{dTr}$$
- ***Para duraciones de la lluvia de 60 min < t < 1440 min:***  

$$I_{Tr} = 578.56 t^{-0,8736} I_{dTr}$$

Donde:

***t = duración de la lluvia o el tiempo de concentración (minutos)***

***Tr = Periodo de retorno (años), 25 años para obras de arte menor***

***I<sub>dTr</sub> = Intensidad máxima diaria.***

**Ecuación 51 Ecuaciones pluviométricas**

Fuente: (INAMHI, 1999)

## DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES MÁXIMOS

Para el presente estudio, se utilizó, para el cálculo del caudal máximo de diseño, el Método Racional mediante una hoja electrónica para cuencas de área menor a 5 km<sup>2</sup>.

Se consideró el método racional empleando la ecuación 52:

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

Ecuación 52 Determinación del Caudal.

Fuente: (NEVI, 2013)

Donde:

**Q:** Caudal de Diseño (L/s)  
**C:** Coeficiente de Escurrimiento  
**I:** Intensidad de Lluvia (mm/h)  
**A:** Area Tributaria (Km2)

El valor asumido para el coeficiente de escurrimiento depende de las características del terreno, uso y manejo del suelo y condiciones de infiltración. En la tabla 96 se presenta algunos rangos usuales para diversos tipos de situaciones:

Tabla 96 Coeficientes de escurrimiento

Fuente: (NEVI, 2013)

Tipo de terreno	Coeficiente de escurrimiento
Pavimentos de adoquín	0,50 – 0,70
Pavimentos asfálticos	0,70 – 0,95
Pavimentos de hormigón	0,80 – 0,95
Suelo arenoso con vegetación y gradiente 2% - 7%	0,15 – 0,20
Suelo arcilloso con pasto y gradiente 2% - 7%	0,25 – 0,65
Zonas de cultivo	0,20 – 0,40

Para el caso de la vía en estudio existen zonas de cultivos y suelos arcillosos con pasto por lo que se tomarán los coeficientes de escurrimiento de 0.30 y 0.45 respectivamente.

Para una superficie de suelo arcilloso con pasto y zonas de cultivo se obtienen los coeficientes de escurrimiento ponderados como se muestran en la tabla 97:

Tabla 97 Coeficientes de escurrimiento ponderada

ÁREA (Km2)	ABSCISA	SUPERFICIE	Ci	%	Ai	Ci*Ai	C = Σ Ci*Ai
0.464428	1+980.00	Suelo arcilloso con pasto	0.45	50	0.232214	0.1044963	0.375
		Zonas de Cultivo	0.3	50	0.232214	0.0696642	
ÁREA (Km2)	ABSCISA	SUPERFICIE	Ci	%	Ai	Ci*Ai	C = Σ Ci*Ai
3.004971	0+980.00	Suelo arcilloso con pasto	0.4	40	1.2019884	0.48079536	0.31
		Zonas de Cultivo	0.25	60	1.8029826	0.45074565	

Con las ecuaciones ya indicadas, considerando la duración de la lluvia igual al tiempo de concentración Tc, además de los coeficientes de escurrimiento y las áreas de las cuencas en el proyecto, se determinó el caudal de aporte. Los resultados se presentan en la tabla 98:

Tabla 98 Determinación del Caudal.

ÁREA (Km2)	ABSCISA	LONGITUD	COTAS		Tc	Intensidad	ITR	Q (m3/s)
0.464428	1+980.00	(Km)	Max (m.s.n.m)	Min (m.s.n.m)	(min)	(mm)	120.049	5.81
		1.282	2640	2520	12.022665	3.15		
ÁREA (Km2)	ABSCISA	LONGITUD	COTAS	0	Tc	Intensidad	ITR	Q (m3/s)
3.004971	0+980.00	(Km)	Max (m.s.n.m)	Min (m.s.n.m)	(min)	(mm)	80.75	20.90
		2.857	2700	2520	25.9520261	3.15		

Como medida de respaldo a pesar de que el área de la cuenca no sobrepasó los 5 km<sup>2</sup>, se determinó mediante el Software HEC-HMS 4.2.1 el caudal de aporte de la cuenca, como se muestra en las ilustraciones 28 y 29:

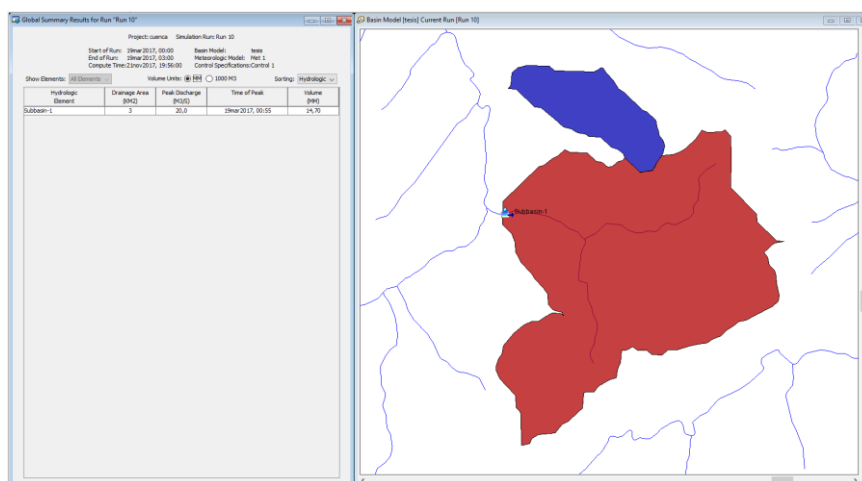


Ilustración 28 Cálculo del caudal en HEC-HMS 4.2.1

El caudal pico máximo es de 20 m<sup>3</sup>/s. Se considera un caudal máximo de diseño para una obra específica. Dicho caudal obedecerá al periodo de retorno del diseñador.

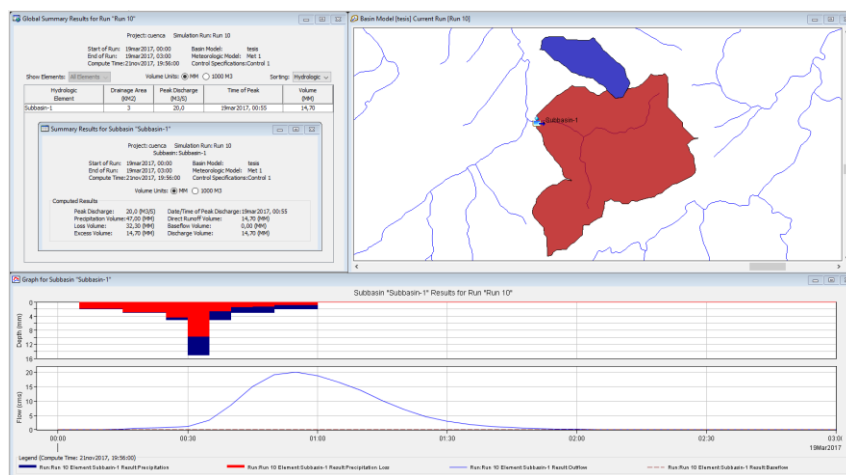


Ilustración 29 Cálculo del caudal en HEC-HMS 4.2.1



**Resultados.** En la ilustración 29 se determinó el hietograma, donde la parte de color rojo representa la pérdida es decir lo que se infiltra a consecuencia del tipo de suelo característico del lugar que se tiene y el color azul la escorrentía, además en la parte inferior de la ilustración 29 se encuentra el hidrograma de crecida. Los datos obtenidos que se obtuvieron son:

Precipitación bruta 47 (mm)

Perdida 32,30 (mm)

Escorrentía 14,70 (mm)

### 4.3 DRENAJE LONGITUDINAL

Está relacionado directamente con la vida útil de la carretera, es por esta razón que su estudio es de suma importancia

- Cunetas

Son canales abiertos que se construyen a uno o ambos lados de la carretera, con el propósito de interceptar el agua de lluvia, espaldones y áreas adyacentes para transportarlos hacia los cursos de drenaje más cercanos o a las alcantarillas

- Cunetas de coronación

Su función es recolectar el agua que se escurre sobre la superficie del terreno desde la parte superior del talud con la finalidad de evitar la erosión del talud y un incremento en el caudal en cunetas.

- Subdrenes

El drenaje subterráneo sirve para eliminar el exceso de agua del suelo con la finalidad de garantizar la estabilidad de la plataforma y taludes de la carretera.

### 4.4 ESTUDIO HIDRÁULICO

#### 4.4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CUNETAS

Las pendientes serán similares al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo de 0,5% y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua, la misma que condicionará la necesidad de revestimiento. Se recomienda que sea menor de 4,5 m/s. En lo posible el caudal que es recolectado por las cunetas se lo encausa en el afluente más cercano.

#### 4.4.2 CAUDAL DE DISEÑO EN CUNETAS

Para el cálculo del caudal máximo que fluye en la cuneta (QL), se utilizó el método de Henderson (ecuación 53), las expresiones que han desarrollado se basan en una metodología de cálculo para la relación de precipitación escorrentía de superficies planas considerando la pendiente transversal de la superficie vial.

### Ecuación 53 Expresiones de Henderson

Fuente: (Henderson, 1966)

Donde:

$i$  = Intensidad de precipitación en exceso (mm/h)

$S_o$  = Pendiente media de la superficie.

$n =$  Coeficiente de rugosidad.

$L =$  Longitud del tramo (m)

$t_e$  = Tiempo de equilibrio para que se presente el  $q_{max}$  (s)

$q_{max}$  = Caudal unitario máximo ( $m^3/s/m$ ).

- Los cálculos se realizaron con la ayuda de una hoja electrónica y los resultados se indican en la tabla 99:
- Tiempo de concentración es de 10 minutos, bombeo de la vía es de 4%.
- Coeficiente de escorrentía de 0,90 para hormigón, coeficiente de rugosidad es de 0,018.

La tabla 99 presenta los parámetros para determinar el caudal tanto que fluyen a la cuneta como el de aporte, en función a las ecuaciones antes expuestas. Se requieren además datos como las abscisas, longitudes, cotas tanto de proyecto como de terreno, pendientes.

#### 4.4.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA CUNETA

La calzada con bombeo del 4% y la vereda del proyecto funcionara como cuneta; en la figura 50 se observa el área para cada carril y tipo de sección transversal que se emplea en el diseño:







Tabla 99 Cálculo del caudal total (QT)

CALCULO DEL CAUDAL MAXIMO QUE FLUYE A LA CUNETA													CALCULO DE CAUDAL DE APORTE							
PVI	ABSCISA	Longitud	COTA	PROYECTO	SO	Abs So	ld25	(mm/h)	Vo (m/s)	a	te=(L/a*Vo) <sup>0.58</sup>	qe=a*(Vo*t) <sup>0.58</sup>	QL (m3/s)	COTA	TERRENO	Corte	W(m)	A(km²)	Qa(m³/s)	QT(m³/s)
INICIO	0+000.00		2559.637		0.014	0.014	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.009	2559.637		0.000	5.000	0.00041	0.0134	0.022
	0+081.29	81.29	2558.483		0.014	0.014	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.002	2558.466	0.883	5.000	0.00011	0.0038	0.006	
	0+104.09	22.8	2558.159		0.014	0.014	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001	2558.518	0.359	5.000	0.00003	0.0010	0.002	
	0+110.00	5.91	2558.075	0.025	0.025	0.025	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.002	2558.454	0.379	5.000	0.00008	0.0028	0.005	
	0+126.89	16.89	2557.652	0.040	0.040	0.040	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001	2557.844	0.192	5.000	0.00003	0.0009	0.002	
PVI#1	0+132.50	5.61	2557.43	0.058	0.058	0.058	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.002	2557.549	0.119	5.000	0.00011	0.0037	0.006	
	0+155.00	22.5	2556.133	0.072	0.072	0.072	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.004	2556.391	0.258	5.000	0.00021	0.0069	0.011	
	0+196.77	41.77	2553.12	0.072	0.072	0.072	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.002	2553.339	0.219	5.000	0.00007	0.0025	0.004	
	0+211.74	14.97	2552.04	0.072	0.072	0.072	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.002	2552.264	0.224	5.000	0.00007	0.0025	0.004	
	0+226.72	14.98	2550.96	0.072	0.072	0.072	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.005	2550.973	0.013	5.000	0.00024	0.0081	0.013	
	0+275.69	48.97	2547.427	0.072	0.072	0.072	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.005	2547.33	-0.097	5.000	0.00022	0.0071	0.012	
	0+319.02	43.33	2544.302	0.072	0.072	0.072	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.005	2546.354	2.052	5.000	0.00022	0.0071	0.012	
	0+362.35	43.33	2541.176	0.072	0.072	0.072	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001	2541.843	0.667	5.000	0.00005	0.0017	0.003	
	0+372.50	10.15	2540.444	0.066	0.066	0.066	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.002	2541.193	0.749	5.000	0.00009	0.0029	0.005	
PVI#2	0+390.00	17.5	2539.291	0.053	0.053	0.053	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.002	2540.183	0.892	5.000	0.00009	0.0029	0.005	
	0+407.50	17.5	2538.358	0.047	0.047	0.047	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001	2539.165	0.807	5.000	0.00005	0.0017	0.003	
	0+418.07	10.57	2537.861	0.047	0.047	0.047	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001	2538.514	0.653	5.000	0.00003	0.0011	0.002	
	0+424.63	6.56	2537.552	0.047	0.047	0.047	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001	2537.984	0.432	5.000	0.00003	0.0011	0.002	
	0+431.18	6.55	2537.243	0.047	0.047	0.047	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.020	2537.484	0.241	5.000	0.00095	0.0314	0.051	
	0+621.46	190.28	2528.288	0.044	0.044	0.044	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.000	2527.264	-1.024	5.000	0.00001	0.0002	0.000	
	0+622.50	1.04	2528.239	0.044	0.044	0.044	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001	2527.199	-1.040	5.000	0.00005	0.0016	0.003	
	0+632.22	9.72	2527.811	0.038	0.038	0.038	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001	2526.706	-1.105	5.000	0.00005	0.0018	0.003	
	0+642.99	10.77	2527.405	0.032	0.032	0.032	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001	2526.472	-0.933	5.000	0.00004	0.0012	0.002	
PVI#3	0+650.00	7.01	2527.179	0.021	0.021	0.021	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.003	2526.347	-0.832	5.000	0.00014	0.0045	0.007	
	0+677.50	27.5	2526.588	0.013	0.013	0.013	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.002	2526.099	-0.489	5.000	0.00011	0.0037	0.006	
	0+700.00	22.5	2526.297	0.013	0.013	0.013	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.005	2525.832	-0.465	5.000	0.00025	0.0083	0.014	
	0+750.46	50.46	2525.642	0.013	0.013	0.013	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.002	2525.093	-0.549	5.000	0.00009	0.0030	0.005	
	0+768.53	18.07	2525.408	0.013	0.013	0.013	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.000	2524.528	-0.880	5.000	0.00001	0.0002	0.000	
	0+770.00	1.47	2525.389	0.016	0.016	0.016	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.002	2524.469	-0.920	5.000	0.00008	0.0027	0.004	
	0+786.59	16.59	2525.131	0.020	0.020	0.020	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001	2524.213	-0.918	5.000	0.00007	0.0022	0.004	
PVI#4	0+800.00	13.41	2524.861	0.027	0.027	0.027	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.003	2524.793	-0.068	5.000	0.00015	0.0050	0.008	
	0+830.00	30.0	2524.054	0.031	0.031	0.031	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.002	2523.739	-0.315	5.000	0.00012	0.0039	0.006	
	0+853.62	23.62	2523.31	0.032	0.032	0.032	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001	2522.637	-0.673	5.000	0.00004	0.0012	0.002	
	0+860.74	7.12	2523.085	0.031	0.031	0.031	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001	2522.193	-0.892	5.000	0.00004	0.0012	0.002	
	0+867.86	7.12	2522.861	0.032	0.032	0.032	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.008	2521.724	-1.137	5.000	0.00029	0.0097	0.016	
	0+926.50	58.64	2521.012	0.017	0.017	0.017	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.003	2519.802	-1.210	5.000	0.00015	0.0050	0.008	
	0+956.82	30.32	2520.501	0.001	0.001	0.001	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.000	2519.873	-0.628	5.000	0.00001	0.0004	0.001	
	0+959.10	2.28	2520.498	-0.001	0.001	0.001	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.000	2519.953	-0.545	5.000	0.00001	0.0004	0.001	
PVI#5	0+961.50	2.4	2520.501	-0.007	0.007	0.007	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001	2520.034	-0.467	5.000	0.00005	0.0017	0.003	
	0+972.07	10.57	2520.579	-0.020	0.020	0.020	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.002	2520.373	-0.206	5.000	0.00008	0.0025	0.004	
	0+987.32	15.25	2520.883	-0.032	0.032	0.032	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001	2519.7	-1.183	5.000	0.00005	0.0015	0.002	
	0+996.50	9.18	2521.174	-0.036	0.036	0.036	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.003	2519.542	-1.632	5.000	0.00015	0.0050	0.008	
	1+026.89	30.39	2522.274	-0.036	0.036	0.036	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.002	2522.29	0.016	5.000	0.00012	0.0038	0.006	
	1+050.22	23.33	2523.117	-0.036	0.036	0.036	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.002	2521.359	-1.758	5.000	0.00012	0.0038	0.006	
	1+073.54	23.32	2523.96	-0.036	0.036	0.036	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.002	2522.526	-1.434	5.000	0.00009	0.0031	0.005	
	1+092.18	18.64	2524.634	-0.036	0.036	0.036	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001	2523.771	-0.863	5.000	0.00007	0.0022	0.004	
	1+105.63	13.45	2525.121	-0.036	0.036	0.036	3.150	132.004	0.00004	11.11	26.32559	0.00010	0.001							

Para el cálculo de la capacidad hidráulica se tomará una de las secciones que se muestran en la figura 51. En nuestro caso se utilizó la sección en V y por ende las ecuaciones indicadas en la figura 51:

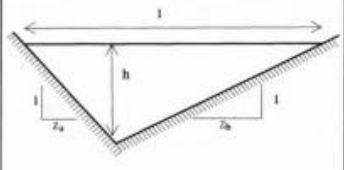
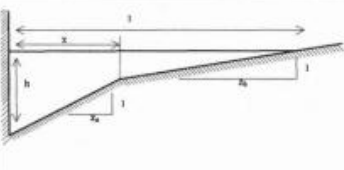
Tipo de Cuneta o Canal		
		
Ancho Superficial (l)	$(z_a + z_b) \cdot h$	$x + z_b \cdot \left(h - \frac{x}{z_a}\right)$
Area (a)	$\frac{(z_a + z_b) \cdot h^2}{2}$	$x \cdot h + \frac{z_b \cdot h^2}{2} + \frac{x^2}{2 \cdot z_a} \cdot \left(\frac{z_b}{z_a} - \frac{2 \cdot z_b \cdot h}{x} - 1\right)$
Perímetro Mojado (P)	$(\sqrt{1 + z_a^2} + \sqrt{1 + z_b^2}) \cdot h$	$h + \sqrt{x^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{z_a^2}\right)} + \sqrt{z_b^2 + 1} \cdot \left(h - \frac{x}{z_a}\right)$
Radio Hidráulico (R)	$\frac{(z_a + z_b) \cdot h}{2 \cdot (\sqrt{1 + z_a^2} + \sqrt{1 + z_b^2})}$	$\frac{x \cdot h + \frac{z_b \cdot h^2}{2} + \frac{x^2}{2 \cdot z_a} \cdot \left(\frac{z_b}{z_a} - \frac{2 \cdot z_b \cdot h}{x} - 1\right)}{h + \sqrt{x^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{z_a^2}\right)} + \sqrt{z_b^2 + 1} \cdot \left(h - \frac{x}{z_a}\right)}$

Figura 51 Secciones tipo para cunetas  
Fuente: (Villón, 2004)

- Por tanto  $z_a = 0$  y  $z_b = 25$ .
- Calado máximo = 0.22 m.

Para el cálculo de la capacidad hidráulica de la estructura estimada se emplea la expresión de Manning (ecuación 54):

$$Q = \frac{A_m R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

$$R = \frac{A_m}{P_m}$$

Ecuación 54 Fórmula de Manning  
Fuente: (Chow, 1998)

$A_m$  = Área (m<sup>2</sup>)  
 $R$  = Radio hidráulico (m)  
 $S$  = Pendiente del fondo (m/m)  
 $n$  = Coeficiente de rugosidad de Manning.  
 $Q$  = Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)  
 $A_m$  = Área mojada (m<sup>2</sup>)  
 $P_m$  = Perímetro mojado (m)

Los cálculos se realizaron con la ayuda de una hoja electrónica y los resultados se indican en la tabla 100.

En la tabla 100 se comprueba el calado máximo en cunetas y si las mismas requieren cuneta de coronación. Para ello se han empleado las ecuaciones indicadas anteriormente.



Tabla 100 Cálculo de la capacidad hidráulica Qm

		Calado máximo en cuneta = 0.2m										m³/s/m									
PVI	ABSCISA	za	zb	Calado h(m)	Ancho Superficial T(m)	Area Mojado Ag(m².2)	Perimetro Mojado P(m)	Radio Hidráulico R(m)	So	So (abs)	Manning Am(m2)	Ag-Am	V(m/s)	Revisión Calado	Revisión Velocidad	Cuneta Coronacion					
INICIO	0+000.00	0.00	25.00	0.055	1.37	0.037	1.4246	0.03	0.014	0.014	0.037	0.000	0.585	cumple	cumple	no					
	0+081.29	0.00	25.00	0.034	0.85	0.014	0.8847	0.02	0.014	0.014	0.014	0.000	0.426	cumple	cumple	no					
	0+104.09	0.00	25.00	0.021	0.53	0.006	0.5464	0.01	0.014	0.014	0.005	0.000	0.309	cumple	cumple	no					
	0+110.00	0.00	25.00	0.027	0.68	0.009	0.7025	0.01	0.025	0.025	0.009	0.000	0.485	cumple	cumple	no					
	0+126.89	0.00	25.00	0.016	0.40	0.003	0.4163	0.01	0.040	0.040	0.004	0.000	0.430	cumple	cumple	no					
PVI#1	0+132.50	0.00	25.00	0.026	0.65	0.008	0.6765	0.01	0.058	0.058	0.008	0.000	0.718	cumple	cumple	no					
	0+155.00	0.00	25.00	0.031	0.78	0.012	0.8066	0.01	0.072	0.072	0.012	0.000	0.903	cumple	cumple	no					
	0+196.77	0.00	25.00	0.021	0.53	0.006	0.5464	0.01	0.072	0.072	0.006	0.000	0.697	cumple	cumple	no					
	0+211.74	0.00	25.00	0.021	0.53	0.006	0.5464	0.01	0.072	0.072	0.006	0.000	0.696	cumple	cumple	no					
	0+226.72	0.00	25.00	0.033	0.83	0.014	0.8587	0.02	0.072	0.072	0.014	0.000	0.942	cumple	cumple	no					
PVI#2	0+275.69	0.00	25.00	0.032	0.80	0.013	0.8326	0.02	0.072	0.072	0.013	0.000	0.922	cumple	cumple	no					
	0+319.02	0.00	25.00	0.032	0.80	0.013	0.8326	0.02	0.072	0.072	0.013	0.000	0.923	cumple	cumple	no					
	0+362.35	0.00	25.00	0.018	0.45	0.004	0.4684	0.01	0.072	0.072	0.004	0.000	0.629	cumple	cumple	no					
	0+372.50	0.00	25.00	0.023	0.58	0.007	0.5985	0.01	0.066	0.066	0.007	0.000	0.707	cumple	cumple	no					
	0+390.00	0.00	25.00	0.024	0.60	0.007	0.6245	0.01	0.053	0.053	0.007	0.000	0.655	cumple	cumple	no					
PVI#3	0+407.50	0.00	25.00	0.020	0.50	0.005	0.5204	0.01	0.047	0.047	0.005	0.000	0.544	cumple	cumple	no					
	0+418.07	0.00	25.00	0.017	0.43	0.004	0.4423	0.01	0.047	0.047	0.004	0.000	0.489	cumple	cumple	no					
	0+424.63	0.00	25.00	0.017	0.43	0.004	0.4423	0.01	0.047	0.047	0.004	0.000	0.489	cumple	cumple	no					
	0+431.18	0.00	25.00	0.060	1.50	0.045	1.5612	0.03	0.047	0.047	0.045	0.000	1.133	cumple	cumple	no					
	0+621.46	0.00	25.00	0.007	0.18	0.001	0.1821	0.00	0.047	0.047	0.001	0.000	0.271	cumple	cumple	no					
PVI#4	0+622.50	0.00	25.00	0.020	0.50	0.005	0.5204	0.01	0.044	0.044	0.005	0.000	0.527	cumple	cumple	no					
	0+632.22	0.00	25.00	0.022	0.55	0.006	0.5724	0.01	0.038	0.038	0.006	0.000	0.519	cumple	cumple	no					
	0+642.99	0.00	25.00	0.018	0.45	0.004	0.4684	0.01	0.032	0.032	0.004	0.000	0.420	cumple	cumple	no					
	0+650.00	0.00	25.00	0.034	0.85	0.014	0.8847	0.02	0.021	0.021	0.014	0.000	0.524	cumple	cumple	no					
	0+677.50	0.00	25.00	0.034	0.85	0.014	0.8847	0.02	0.013	0.013	0.015	0.000	0.407	cumple	cumple	no					
PVI#5	0+700.00	0.00	25.00	0.047	1.16	0.027	1.2099	0.02	0.013	0.013	0.027	0.000	0.502	cumple	cumple	no					
	0+750.46	0.00	25.00	0.032	0.80	0.013	0.8326	0.02	0.013	0.013	0.012	0.000	0.391	cumple	cumple	no					
	0+768.53	0.00	25.00	0.012	0.30	0.002	0.3122	0.01	0.013	0.013	0.002	0.000	0.203	cumple	cumple	no					
	0+770.00	0.00	25.00	0.030	0.75	0.011	0.7806	0.01	0.016	0.016	0.011	0.000	0.410	cumple	cumple	no					
	0+786.59	0.00	25.00	0.026	0.65	0.008	0.6765	0.01	0.020	0.020	0.009	0.000	0.424	cumple	cumple	no					
PVI#6	0+800.00	0.00	25.00	0.033	0.83	0.014	0.8587	0.02	0.027	0.027	0.014	0.000	0.575	cumple	cumple	no					
	0+830.00	0.00	25.00	0.030	0.75	0.011	0.7806	0.01	0.031	0.031	0.011	0.000	0.584	cumple	cumple	no					
	0+853.62	0.00	25.00	0.019	0.48	0.005	0.4944	0.01	0.032	0.032	0.004	0.000	0.431	cumple	cumple	no					
	0+860.74	0.00	25.00	0.019	0.48	0.005	0.4944	0.01	0.031	0.031	0.004	0.000	0.430	cumple	cumple	no					
	0+867.86	0.00	25.00	0.042	1.05	0.022	1.0928	0.02	0.032	0.032	0.022	0.000	0.731	cumple	cumple	no					
PVI#7	0+926.50	0.00	25.00	0.037	0.93	0.017	0.9627	0.02	0.017	0.017	0.017	0.000	0.491	cumple	cumple	no					
	0+956.82	0.00	25.00	0.022	0.55	0.006	0.5724	0.01	0.001	0.001	0.006	0.000	0.097	cumple	cumple	no					
	0+959.10	0.00	25.00	0.023	0.58	0.007	0.5985	0.01	-0.001	0.001	0.007	0.000	0.097	cumple	cumple	no					
	0+961.50	0.00	25.00	0.029	0.73	0.011	0.7546	0.01	-0.007	0.007	0.010	0.000	0.276	cumple	cumple	no					
	0+972.07	0.00	25.00	0.027	0.68	0.009	0.7025	0.01	-0.020	0.020	0.010	0.000	0.433	cumple	cumple	no					
PVI#8	0+987.32	0.00	25.00	0.021	0.53	0.006	0.5464	0.01	-0.032	0.032	0.005	0.000	0.462	cumple	cumple	no					
	0+996.50	0.00	25.00	0.032	0.80	0.013	0.8326	0.02	-0.036	0.036	0.013	0.000	0.653	cumple	cumple	no					
	1+026.89	0.00	25.00	0.029	0.73	0.011	0.7546	0.01	-0.036	0.036	0.010	0.000	0.611	cumple	cumple	no					
	1+050.22	0.00	25.00	0.029	0.73	0.011	0.7546	0.01	-0.036	0.036	0.010	0.000	0.612	cumple	cumple	no					
	1+073.54	0.00	25.00	0.052	1.30	0.034	1.3530	0.02	0.001	0.001	0.033	0.000	0.150	cumple	cumple	no					
PVI#9	1+092.18	0.00	25.00	0.024	0.60	0.007	0.6245	0.01	-0.036	0.036	0.007	0.000	0.540	cumple	cumple	no					
	1+105.63	0.00	25.00	0.024	0.60	0.007	0.6245	0.01	-0.036	0.036	0.007	0.000	0.539	cumple	cumple	no					
	1+119.08	0.00	25.00	0.044	1.09	0.024	1.1319	0.02	-0.036	0.036	0.024	0.000	0.802	cumple	cumple	no					
	1+189.50	0.00	25.00	0.035	0.88	0.015	0.9107	0.02	-0.021	0.021	0.015	0.000	0.532	cumple	cumple	no					
	1+219.50	0.00	25.00	0.028	0.70	0.010	0.7286	0.01	-0.003	0.003	0.010	0.000	0.178	cumple	cumple	no					
PVI#10	1+226.02	0.00	25.00	0.036	0.90	0.016	0.9367	0.02	0.012	0.012	0.016	0.000	0.401	cumple	cumple	no					
	1+249.50	0.00	25.00	0.021	0.53	0.006	0.5464	0.01	0.023	0.023	0.005	0.000	0.395	cumple	cumple	no					
	1+257.31	0.00	25.00	0.026	0.65	0.008	0.6765	0.01	0.023	0.023	0.009	0.000	0.456	cumple	cumple	no					
	1+272.25	0.00	25.00	0.027	0.68	0.009	0.7025	0.01	0.023	0.023	0.009	0.000	0.467	cumple	cumple	no					
	1+287.20	0.00	25.00	0.057	1.41	0.040	1.4701	0.03	0.023	0.023	0.040	0.000	0.765	cumple	cumple	no					
PVI#11	1+400.00	0.00	25.00	0.030	0.75	0.011	0.7806	0.01	0.023	0.023	0.011	0.000	0.501	cumple	cumple	no					
	1+421.01	0.00	25.00	0.022	0.55	0.006	0.5724	0.01	0.023	0.023	0.006	0.000	0.409	cumple	cumple	no					
	1+430.00	0.00	25.00	0.030	0.75	0.011	0.7806	0.01	0.021	0.021	0.011	0.000	0.482	cumple	cumple	no					
	1+440.00	0.00	25.00	0.031	0.78	0.012	0.8066	0.01	0.018	0.018	0.012	0.000	0.451	cumple	cumple	no					
	1+470.00	0.00	25.00	0.026	0.65	0.008	0.6765	0.01	0.018	0.018	0.008	0.000	0.381	cumple	cumple	no					
PVI#12	1+481.90	0.00	25.00	0.020	0.50	0.005	0.5204	0.01	0.016	0.016	0.005	0.000	0.321	cumple	cumple	no					
	1+488.21	0.00	25.00	0.020	0.50	0.005	0.5204	0.01	0.016	0.016	0.005	0.000	0.319	cumple	cumple	no					
	1+494.51	0.00	25.00	0.036	0.90	0.016	0.9367	0.02	0.016	0.016	0.016	0.000	0.474	cumple	cumple	no					
	1+523.18	0.00	25.00	0.043	1.08	0.023	1.1189	0.02	0.016	0.016	0.023	0.000	0.533	cumple	cumple	no					
	1+569.62	0.00	25.00	0.043	1.08	0.023	1.1189	0.02	0.016	0.016	0.023	0.000	0.533	cumple	cumple	no					
PVI#13	1+616.06	0.00	25.00	0.034	0.84	0.014	0.8717	0.02	0.016	0.016	0.014	0.000	0.451	cumple	cumple	no					
	1+639.50	0.00	25.00	0.008	0.20	0.001	0.2082	0.00	0.016	0.016	0.001	0.000	0.172	cumple	cumple	no					
	1+640.32	0.00	25.00	0.032	0.80	0.013	0.8326	0.02	0.013	0.013	0.013	0.000	0.397	cumple	cumple	no					
	1+659.50	0.00	25.00	0.018	0.45	0.004	0.4684	0.01	0.010	0.010	0.004	0.000	0.234	cumple	cumple	no					
	1+663.01	0.00	25.00	0.034	0.85	0.014	0.8847	0.02	0.007	0.007	0.015	0.000	0.305	cumple	cumple	no					
PVI#14	1+679.50	0.00	25.00	0.025	0.63	0.008	0.6505	0.01	0.005	0.005	0.008	0.000	0.206	cumple	cumple	no					
	1+685.70	0.00	25.00	0.059	1.46	0.043	1.5222	0.03	0.005	0.005	0.043	0.000	0.362	cumple	cumple	no					
	1+743.30	0.00	25.00	0.036	0.90	0.016	0.9367	0.02	0.005	0.005	0.016	0.000	0.282	cumple	cumple	no					
	1+758.83	0.00	25.00	0.036	0.90	0.016	0.9367	0.02	0.005	0.005	0.016	0.000	0.282	cumple	cumple	no					
	1+774.36	0.00	25.00	0.060	1.50	0.045	1.5612	0.03	0.005	0.005	0.045	0.000	0.368	cumple	cumple	no					
PVI#15	1+836.00	0.00	25.00	0.033	0.83	0.014	0.8587	0.02	0.022	0.022	0.014	0.000	0.515	cumple	cumple	no					
	1+862.01	0.00	25.00	0.023	0.58	0.007	0.5985	0.01	0.045	0.045	0.005	0.000	0.379	cumple	cumple	no					
	1+875.00	0.00</																			

El caudal máximo que fluye en la cuneta (QT) deberá ser menor que el caudal ( $Q_m$ ) que viene dado por la ecuación de Manning.

#### 4.4.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE CUNETAS DE CORONACIÓN

Para el diseño de una cuneta de coronación se toma en cuenta la altura de talud, se considera que si la altura es de 8 metros se debe colocar una cuneta de coronación. Se recomienda tener una distancia mínima de 5 metros entre la corona del talud la cuneta o también en términos de construcción se puede tomar una distancias que sea igual a la altura del talud. En la figura 52 se propone algunos ejemplos de cunetas de coronación:

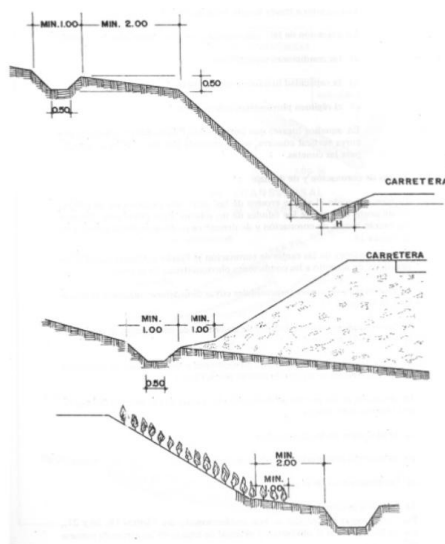


Figura 52 Ejemplos de cunetas de coronación  
Fuente: (MEJÍA, 1982)

La base a este tipo de cunetas de coronación que oscilan entre (0.5 – 2) metros, el calado recomendado no será mayor a 0.75 metros con una alto sobre el calado de 0.15 metros por seguridad.

#### 4.4.5 CAUDAL DE DISEÑO EN CUNETAS DE CORONACIÓN

Se emplea el método racional donde tendremos en consideración el área de aporte, considerando la altura máxima del talud y un ancho de contribución en función de la altura. Se diseña para un periodo de retorno de 25 años, considerando las curvas isoyetas y ecuaciones de precipitación correspondientes a la zona donde se encuentra el proyecto.

La sección transversal generalmente es tipo trapezoidal. En la figura 53 se puede indicar las secciones de los canales empleados en nuestro medio con las fórmulas respectivas

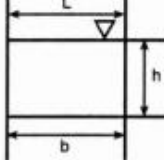
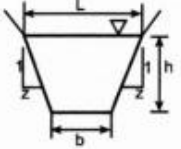
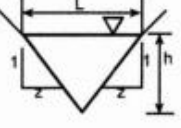
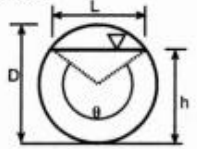
Sección	Area $\Omega$	Perímetro Mojado $\chi$	Radio Hidráulico $R$	Ancho Superficial $L$
Rectangular 	$b \cdot h$	$b + 2 \cdot h$	$\frac{b \cdot h}{b + 2 \cdot h}$	$b$
Trapezoidal 	$(b + z \cdot h) \cdot h$	$b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(b + z \cdot h) \cdot h}{b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + z^2}}$	$b + 2 \cdot z \cdot h$
Triangular 	$z \cdot h^2$	$2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + z^2}$	$\frac{z \cdot h}{2 \cdot \sqrt{1 + z^2}}$	$2 \cdot z \cdot h$
Circular 	$\frac{1}{8} \cdot (\theta - \text{sen } \theta) \cdot D^3$	$\frac{1}{2} \cdot \theta \cdot D$	$\frac{1}{4} \cdot \left[1 - \frac{\text{sen } \theta}{\theta}\right] \cdot D$	$\left[\text{sen} \left(\frac{\theta}{2}\right)\right] \cdot D$  o  $2 \cdot \sqrt{h \cdot (D - h)}$

Figura 53 Secciones tipo para cunetas trapezoidales  
Fuente: (Villón, 2004)

#### 4.4.6 DIMENSIONAMIENTO DE CUNETA DE CORONACIÓN

En el caso de nuestro proyecto mediante el cálculo en hojas electrónicas se determinó que no se requieren de cunetas de coronación como se indicó en la Tabla 100 (Calculo de la capacidad hidráulica  $Q_m$ ).

#### 4.4.7 CONSIDERACIONES GENERALES DE SUBDRENES

- Longitudes de un subdren debe ser menor a 300 metros.
- Diámetro mínimo que generalmente se utiliza es de 150 mm para Longitud = 150 m; y diámetro mínimo es 200 mm para  $L > 150$  metros.
- Gradiente recomendada  $> 5/1000$ ; mínimo es  $2/1000$  para drenes laterales y de  $2.5/1000$  para drenes colectores.

En la figura 54 se indican algunos tipos de subdrenes que se ocupan en nuestro medio:

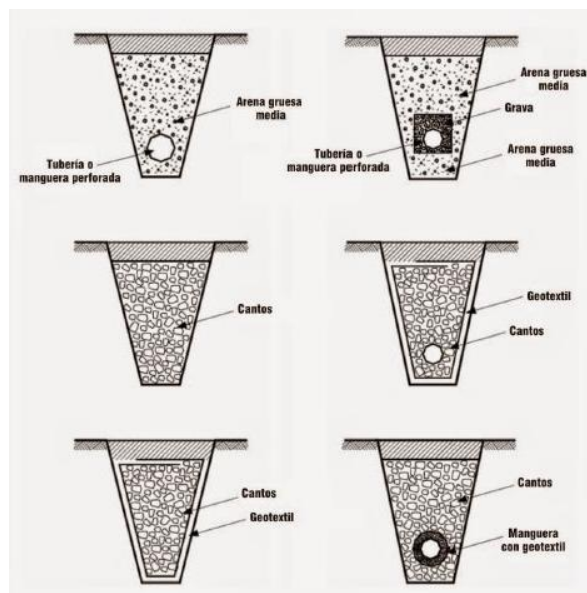


Figura 54 Tipos de subdrenes  
Fuente: (Castro, 2016)

#### 4.4.8 DISEÑO EN SUBDRENE

Para la estimación del caudal de diseño se utiliza la ecuación 55:

$$Q_{sd} = Q_{nf} + Q_{inf}$$

$Q_{sd}$  = Caudal del subdren (cm<sup>3</sup>/s)

$Q_{nf}$  = Caudal de abatimiento del nivel freático (cm<sup>3</sup>/s)

$Q_{inf}$  = Caudal por infiltración (cm<sup>3</sup>/s)

$$Q_{inf} = I * B * L * Fi * FR$$

$I$ : Intensidad de precipitación de diseño. Recomendación entre 60 – 120 minutos (cm/s)

$B$ : Ancho o reparte aguas de la carretera (cm)

$L$ : Longitud del tramo considerado (cm)

$Fi$ : Factor de Infiltración debido a la superficie

$FR$ : Factor de Retención

$$Q_{nf} = K * i * A_o$$

$$i = (N_f - N_d) / B$$

$$A_o = (N_f - N_d) * L$$

$K$  = Permeabilidad del suelo (cm/h)

$i$  = Gradiente Hidráulico (m/m)

$A_o$  = Superficie de contacto bajo el nivel freático (cm<sup>2</sup>)

$N_f$  = Ubicación del nivel freático (cm)

$N_d$  = Profundidad del Subdren (cm)

Ecuación 55 Ecuaciones para subdrenes

Fuente: (Geodren, 2003)

Para la determinación de los parámetros  $F_i$  (factor de infiltración debido a la superficie) y  $F_r$  (factor de retención) se emplee la figura 55:

TIPO DE CARPETA	$F_i$
Carpetas asfálticas muy bien conservadas	0.3
Carpetas asfálticas normalmente	0.4
Carpetas asfálticas pobremente conservadas	0.5
Carpetas de concreto de cemento Portland	0.67

Valores recomendados para  $F_i$

TIPO DE BASE	$F_r$
Bases bien graduadas, en servicio 5 años o mas	1/4
Bases bien graduadas, en servicio 5 años o mas	1/3
Bases bien graduadas, en servicio 5 años o mas	1/3
Bases bien graduadas, en servicio 5 años o mas	1/2

Valores recomendados para  $F_r$

Figura 55 Valores recomendados para  $F_i$  y  $F_r$   
Fuente: (Geodren, 2003)

Según el tipo de suelo dependerá la conductividad hidráulica las cuales se detallan en la tabla 101:

Tabla 101 Valores recomendados para la conductividad hidráulica  
Fuente: (NEVI, 2013)

Tipo de suelo (USCS)	Conductividad hidráulica, cm/h
SP,SW	11,78
SM	1,09
ML	0,34
ML-MH,CL	0,10
SM-SC,SC	0,06
MH	0,05
CL-CH,CH	0,03

En la tabla 102 se presentan los datos iniciales para el cálculo y en la tabla 103 la estimación de los caudales para subdrenes calculados con la ayuda de la hoja electrónica mediante las ecuaciones anteriormente descritas:

Tabla 102 Datos iniciales

Id25	tc (min)	n	k	I(mm/h)	
3.150	60	-0.5153	137.27	52.433	
DATOS:					
Desnivel entre Nivel Freático y el fondo del Dren			Nf - Nd =	2.5	m
			Nf - Nd =	250	cm
Reparte aguas de carretera			B =	14	m
				1400	cm
Tipo suelo			K =	0.1	cm/h
ML - MH, CL				2.78E-05	cm/seg
Intensidad de precipitación			I	0.0015	(cm/seg)
Gradiente Hidráulico			i	0.1786	(-)



Tabla 103 Estimación de caudales para subdrenes

PVI	ABSCISA	ESTIMACION DE CAUDALES PARA SUBDRENES				
		Qinf (cm <sup>3</sup> /s)	Ao (cm <sup>2</sup> )	Qnf (cm <sup>3</sup> /s)	Qs (cm <sup>3</sup> /seg)	Qs (m <sup>3</sup> /seg)
INICIO	0+000.00	0.00	0	0.0	0.00	0.00
	0+081.29	2210.07	2032250	10.1	2220.15	0.00
	0+104.09	2829.95	2602250	12.9	2842.85	0.00
	0+110.00	2990.62	2750000	13.6	3004.26	0.00
	0+126.89	3449.82	3172250	15.7	3465.56	0.00
PVI#1	0+132.50	3602.34	3312500	16.4	3618.77	0.00
	0+155.00	4214.06	3875000	19.2	4233.28	0.00
	0+196.77	5349.68	4919250	24.4	5374.08	0.01
	0+211.74	5756.68	5293500	26.3	5782.94	0.01
	0+226.72	6163.95	5668000	28.1	6192.06	0.01
	0+275.69	7495.32	6892250	34.2	7529.51	0.01
	0+319.02	8673.35	7975500	39.6	8712.91	0.01
	0+362.35	9851.39	9058750	44.9	9896.32	0.01
	0+372.50	10127.34	9312500	46.2	10173.53	0.01
PVI#2	0+390.00	10603.12	9750000	48.4	10651.48	0.01
	0+407.50	11078.90	10187500	50.5	11129.44	0.01
	0+418.07	11366.27	10451750	51.8	11418.12	0.01
	0+424.63	11544.62	10615750	52.7	11597.28	0.01
	0+431.18	11722.70	10779500	53.5	11776.17	0.01
	0+621.46	16895.94	15536500	77.1	16973.00	0.02
	0+622.50	16924.21	15562500	77.2	17001.41	0.02
	0+632.22	17188.48	15805500	78.4	17266.88	0.02
	0+642.99	17481.28	16074750	79.7	17561.02	0.02
PVI#3	0+650.00	17671.87	16250000	80.6	17752.47	0.02
	0+677.50	18419.52	16937500	84.0	18503.54	0.02
	0+700.00	19031.24	17500000	86.8	19118.05	0.02
	0+750.46	20403.12	18761500	93.1	20496.19	0.02
	0+768.53	20894.40	19213250	95.3	20989.71	0.02
	0+770.00	20934.37	19250000	95.5	21029.85	0.02
	0+785.59	21385.41	19664750	97.5	21483.95	0.02
PVI#4	0+800.00	21749.99	20000000	99.2	21849.20	0.02
	0+830.00	22565.62	20750000	102.9	22668.54	0.02
	0+853.62	23207.79	21340500	105.9	23313.64	0.02
	0+860.74	23401.56	21518500	106.7	23508.10	0.02
	0+867.86	23594.94	21696500	107.6	23702.56	0.02
	0+926.50	25189.21	23162500	114.9	25304.10	0.03
	0+956.82	26013.53	23920500	118.7	26132.19	0.03
	0+959.10	26075.52	23977500	118.9	26194.46	0.03
PVI#5	0+961.50	26140.77	24037500	119.2	26260.01	0.03
	0+972.07	26428.14	24301750	120.5	26548.69	0.03
	0+987.32	26842.75	24683000	122.4	26965.19	0.03
	0+996.50	27092.33	24912500	123.6	27215.91	0.03
	1+026.89	27918.56	25672250	127.3	28045.90	0.03
	1+050.22	28552.85	26255500	130.2	28683.08	0.03
	1+073.54	29186.86	26838500	133.1	29319.99	0.03
	1+092.18	29693.63	27304500	135.4	29829.07	0.03
	1+105.63	30059.30	27640750	137.1	30196.41	0.03
	1+119.08	30424.98	27977000	138.8	30563.75	0.03
	1+189.50	32339.52	29737500	147.5	32487.03	0.03
PVI#6	1+219.50	33155.14	30487500	151.2	33306.37	0.03
	1+226.02	33332.41	30650500	152.0	33484.44	0.03
	1+249.50	33970.77	31237500	154.9	34125.72	0.03
	1+257.31	34183.10	31432750	155.9	34339.02	0.03
	1+272.25	34589.28	31806250	157.8	34747.05	0.03
	1+287.20	34995.74	32180000	159.6	35155.36	0.04
	1+400.00	38062.49	35000000	173.6	38236.10	0.04
	1+421.01	38633.70	35525250	176.2	38809.91	0.04
	1+430.00	38878.11	35750000	177.3	39055.44	0.04
PVI#7	1+450.00	39421.86	36250000	179.8	39601.67	0.04
	1+470.00	39965.61	36750000	182.3	40147.90	0.04
	1+481.90	40289.14	37047500	183.8	40472.91	0.04
	1+488.21	40460.69	37205250	184.5	40645.24	0.04
	1+494.51	40631.98	37362750	185.3	40817.31	0.04
	1+523.18	41411.44	38079500	188.9	41600.33	0.04
	1+569.62	42674.03	39240500	194.6	42868.67	0.04
	1+616.06	43936.62	40401500	200.4	44137.02	0.04
	1+639.50	44573.89	40987500	203.3	44777.20	0.04
	1+640.32	44596.18	41008000	203.4	44799.60	0.04
PVI#8	1+659.50	45117.64	41487500	205.8	45323.43	0.05
	1+663.01	45213.07	41575250	206.2	45419.29	0.05
	1+679.50	45661.39	41987500	208.3	45869.66	0.05
	1+685.70	45829.95	42142500	209.0	46038.99	0.05
	1+743.30	47395.95	43582500	216.2	47612.13	0.05
	1+758.83	47818.17	43970750	218.1	48036.28	0.05
	1+774.36	48240.40	44359000	220.0	48460.43	0.05
	1+836.00	49916.23	45900000	227.7	50143.91	0.05
	1+862.07	50625.01	46551750	230.9	50855.92	0.05
PVI#9	1+873.50	50935.76	46837500	232.3	51168.09	0.05
	1+881.61	51156.25	47040250	233.3	51389.59	0.05
	1+901.16	51687.77	47529000	235.8	51923.53	0.05
	1+911.00	51955.29	47775000	237.0	52192.27	0.05
	1+912.00	51982.48	47800000	237.1	52219.58	0.05
	1+964.32	53404.93	49108000	243.6	53648.52	0.05
PVI#10	1+972.00	53613.73	49300000	244.5	53858.27	0.05
	1+985.65	53984.84	49641250	246.2	54231.08	0.05
	1+986.80	54016.11	49670000	246.4	54262.48	0.05
	2+009.29	54627.55	50232250	249.2	54876.72	0.05
	2+032.00	55244.98	50800000	252.0	55496.96	0.06
	2+100.00	57093.73	52500000	260.4	57354.15	0.06
	2+103.50	57188.89	52587500	260.9	57449.74	0.06
PVI#11	2+136.00	58072.48	53400000	264.9	58337.36	0.06
	2+154.12	58565.12	53853000	267.1	58832.24	0.06
	2+168.50	58956.07	54212500	268.9	59224.98	0.06
	2+363.97	64270.41	59099250	293.2	64563.56	0.06
	2+416.28	65692.59	60407000	299.6	65992.23	0.07
	2+425.00	65929.66	60625000	300.7	66230.38	0.07
	2+468.58	67114.49	61714500	306.1	67420.62	0.07
PVI#12	2+480.00	67424.98	62000000	307.5	67732.52	0.07
	2+535.00	68920.29	63375000	314.4	69234.65	0.07
	2+643.82	71878.83	66095500	327.9	72206.69	0.07

Conociendo la pendiente y el caudal de diseño se puede establecer el diámetro de la tubería a usar mediante la figura 56.

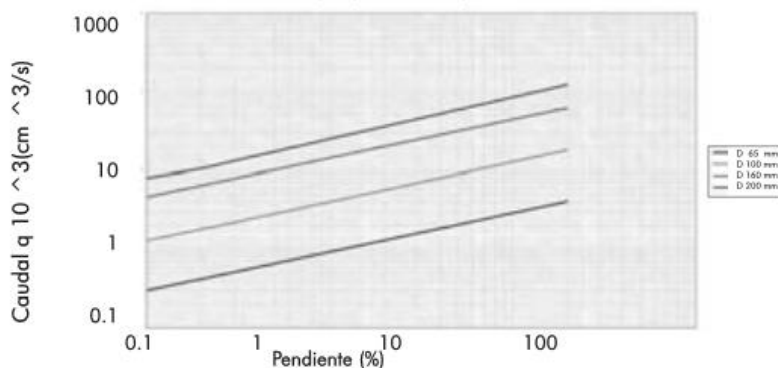


Figura 56 Nomograma Prandtl Colebrook  
Fuente: (PAVCO, 2000)

#### 4.4.9 DIMENSIONAMIENTO DEL SUBDREN

Por recomendaciones constructivas se considera el diámetro de 160 mm de acuerdo al monograma de Prandtl Colebrook y según la longitud. Las dimensiones serían: ancho = 0,80 metros y altura mínima de 1,50 metros que dependerá del nivel freático; su ubicación quedó determinada entre las abscisas 1+950.00 hasta la 2+050.00 en ambos sentidos. En la figura 57 se indica las dimensiones y posicionamiento del subdren:

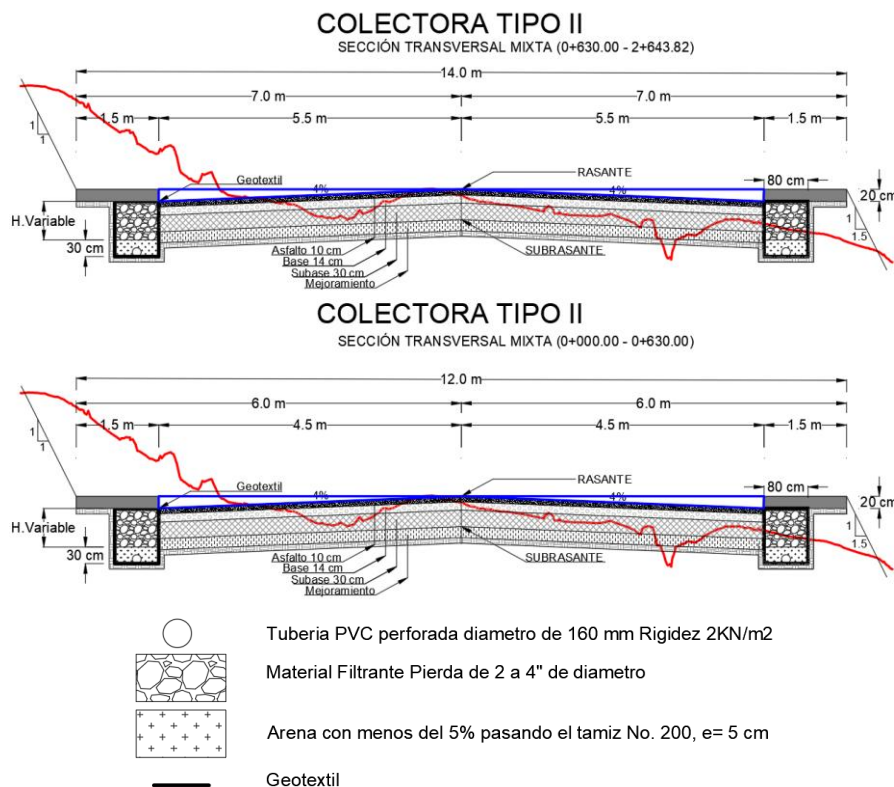


Figura 57 Sección tipo para subdren



## 4.5 DRENAJE TRANSVERSAL

El drenaje transversal de la carretera se consigue mediante alcantarillas. La luz mayor medida paralela al eje de la carretera será de hasta 6 m. La alcantarilla debe soportar las cargas de tránsito, el peso del terraplén sobre ella y las cargas durante la construcción.

### 4.5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE ALCANTARILLAS

Son conductos cerrados (circulares o rectangulares) cuya función es transitar, de forma transversal y bajo la plataforma de la carretera, el agua superficial que escurre por cauces naturales o desde las cunetas. También sirven para drenar zonas inundables.

Las formas usuales de las alcantarillas son: circulares, de cajón y múltiples.

Para caminos vecinales se recomienda un diámetro de 1 metro y en categoría de caminos y carreteras el diámetro será de 1.20 m en ambos casos se aplica si la longitud de la obra es mayor a 10 m. (NEVI, 2012)

Las alcantarillas circulares en muchos casos son prefabricadas y de rápida instalación su diámetro oscila entre 1200 mm  $\leq D \leq 2400$  mm.

Las alcantarillas tipo Cajón sirven para evacuar grandes caudales. Puede acomodarse la sección a la altura del terraplén, se construye en in situ. Las dimensiones mínimas son 1 m x 1m.

Para la elección del tipo de alcantarilla se consideran los siguientes factores:

- Factores Físicos y Estructurales. Durabilidad, Altura disponible para la alcantarilla, Carga de tierra sobre ella, Condiciones de apoyo, Rigidez de la alcantarilla, Resistencia al impacto, Tipo de terreno existente
- Factores Hidráulicos. Caudal de diseño, forma gradiente y área del cauce, velocidad de aproximación, carga hidráulica total admisible, arrastre de sedimentos, condiciones de entrada y salida, gradiente de la alcantarilla, rugosidad del conducto, longitud y tamaño de la alcantarilla, sección transversal.
- Factores de Construcción y mantenimiento. Accesibilidad del lugar, disponibilidad de materiales  
Costos de la obra de arte

### 4.5.2 CAUDAL DE DISEÑO EN ALCANTARILLAS

Una vez determinados los caudales de diseño, mediante la ecuación 56 se puede realizar un pre dimensionamiento:

Prediseño Circular  $Q = 1.425 D^{2.5}$  Si D es mayor de 240 mm no puede ser circular

Prediseño Rectangular  $Q = 1.704 H^{1.5} B$

Ecuación 56 Prediseño de Alcantarillas  
Fuente: (NEVI, 2013)

Existen dos formas básicas, según sea la ubicación de la sección que controla hidráulicamente el flujo, el escurrimiento con control de entrada y aquel con control en la salida, y cada uno de ellos tiene un método de cálculo particular.

Dependiendo de las características de la tubería, rugosidad, longitud del conducto, gradiente, la forma y tamaño del conducto generalmente estos parámetros determinaran si la alcantarilla tendrá escurrimiento con control en la entrada o en la salida. Para el cálculo del número de Froude se aplica la ecuación 57:

**Formas de flujo.** Escurrimiento con control de entrada:  $F > 1$

Escurrimiento con control de salida:  $F < 1$

$$F = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}}$$

Ecuación 57 Número de Froude

Fuente: (Villón, 2004)

Donde:

F = Número de Froude (adim.).

g = Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>).

h = Calado de agua.

Si:

F = 1 Flujo Crítico.

F > 1 Flujo Supercrítico.

F < 1 Flujo Subcrítico.

**Carga hidráulica en la entrada. (He)** Corresponde a la profundidad del agua en la entrada medida desde el punto más bajo de la alcantarilla.

**Ventajas.** Se limita la carga hidráulica para no producir daños en la alcantarilla, además no sobrepasa los límites de velocidad de agua recomendados y proteger el cauce a la salida

**Desventajas.** Al limitar el paso libre del agua, causa un aumento de nivel de aguas arriba y puede ocasionar daños a la carretera.

**Consideraciones de diseño.** Se supone que la altura de agua corresponde al nivel de energía total disponible. Se diseñara hidráulicamente considerando una carga máxima He, también se toma en consideración la geometría de la embocadura y el tipo de aristas. La tabla 104 indica la carga máxima para diferentes tipos de causas y materiales:

Tabla 104 Carga hidráulica de diseño

Fuente: (NEVI, 2013)

Tipo de cauces	Tubos	Cajones	Losas (L≤6,0m)*
Canales	D (diámetro)	H (altura total)	H - 0,10 m
Diseño cauces naturales	D + 0,30 m	H + 0,30 m	H - 0,10 m
Verificación cauces naturales	D + 0,60 m	H + 0,60 m	H
Pero He máximo no puede sobrepasar la cota superior del cabezal - 0,30 m			

Control en la entrada significa que la alcantarilla está regulada por la geometría de la sección (forma, área, tipo de entrada) y por el calado de entrada  $H_e$ , no se ve afectada por la rugosidad, su longitud ni condiciones de salida de la alcantarilla. La figura 58 se aprecia de mejor forma el control de entrada de la alcantarilla:

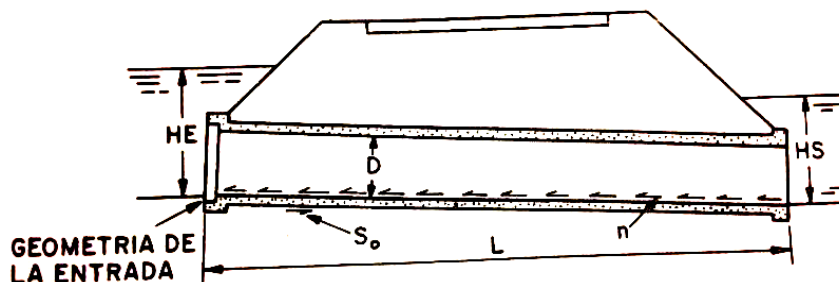


Figura 58 Control de entrada de alcantarilla  
Fuente: (CARCIENTE, 1985)

La figura 59 presenta ejemplos muy característicos para el control de entrada en una alcantarilla:

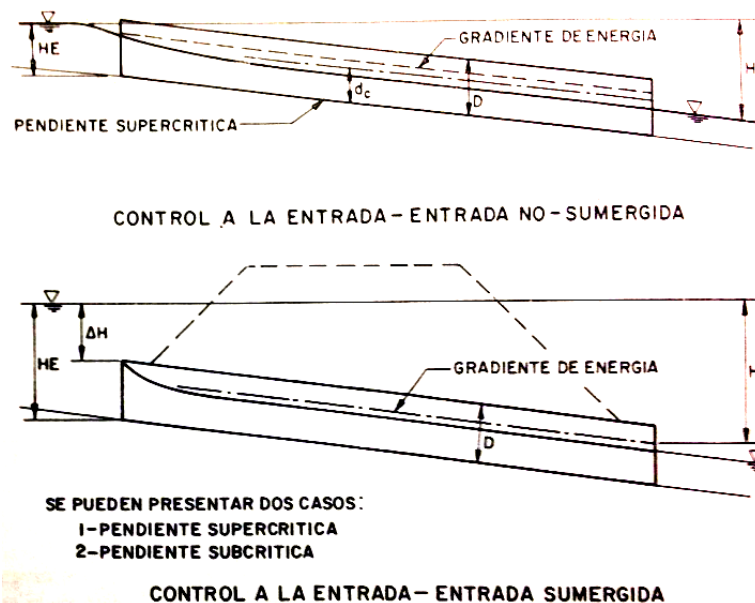


Figura 59 Alcantarillas con control en la entrada  
Fuente: (CARCIENTE, 1985)

El Federal Highway Administration (FHWA) ha generado mediante modelos de regresión expresiones polinómicas de quinto grado, que entregan la carga hidráulica a la entrada directamente, y que se presentan en la ecuación 58:

$$He = [a + bzF + c(zF)^2 + d(zF)^3 + e(zF)^4 + f(zF)^5 + 0,50i]D$$

Donde:

He carga a la entrada (m)

a..., f coeficientes de regresión

F = Q/D<sup>5/2</sup> en alcantarillas circulares, o bien Q/(BD<sup>3/2</sup>) en alcantarillas de cajón

Q caudal (m<sup>3</sup>/s)

D altura de la alcantarilla (m); diámetro en el caso de tuberías

B ancho de la alcantarilla (m)

i gradiente longitudinal (m/m)

z = 1,81130889 (factor de conversión para unidades métricas)

Ecuación 58 Fórmula polinómica carga a la entrada

Fuente: (NEVI, 2013)

En la tabla 105 se tiene los coeficientes de regresión para alcantarillas con control de entrada:

Tabla 105 Coeficientes de regresión para alcantarillas

Fuente: (NEVI, 2013)

Descripción según tipo de obra	Código	a	b	c	d	E	F
Alcantarilla circular de hormigón, aristas vivas, muro frontal, alas $33 \leq \beta \leq 83^\circ$	1	0,087483	0,706578	0,2533	0,0667	-0,00662	0,000251
Alcantarilla circular de hormigón, aristas ranuradas, muro frontal, alas $33 \leq \beta \leq 83^\circ$	2	0,114099	0,653562	-0,2336	0,059772	-0,00616	0,000243
Alcantarilla circular de hormigón, aristas ranuradas, tubo prolongado (sin muro ni alas)	3	0,108786	0,662381	-0,2338	0,057959	-0,00558	0,000205
Alcantarilla circular de acero corrugado, muro frontal, alas $33 \leq \beta \leq 83^\circ$	4	0,167433	0,538595	-0,14937	0,039154	-0,00344	0,000116
Alcantarilla circular de acero corrugado, tubo cortado a bisel (sin alas)	5	0,107137	0,757789	-0,3615	0,123393	-0,01606	0,000767
Alcantarilla circular de acero corrugado, tubo prolongado (sin muros ni alas)	6	0,187321	0,567719	-0,15654	0,044705	-0,00344	0,00009
Alcantarilla de cajón, aristas vivas, muro frontal, alas $33 \leq \beta \leq 83^\circ$	7	0,072493	0,507087	-0,11747	0,02217	-0,00149	0,000038
Alcantarilla de cajón, aristas vivas, muro frontal, alas $\beta = 17^\circ$ ó $100^\circ$	8	0,122117	0,505435	-0,10856	0,020781	-0,00137	0,000035
Alcantarilla de cajón, aristas vivas, muro frontal, alas con $\beta = 0^\circ$	9	0,144133	0,461363	-0,09215	0,020003	-0,00136	0,000036
Alcantarilla de cajón, aristas biseladas, muro frontal, alas $50^\circ$	10	0,156609	0,398935	-0,06404	0,011201	-0,00064	0,000015

# DISEÑO DE LA ALCANTARILLA DE LA CUENCA 1

Se asume un caudal de diseño mediante la suma del caudal de la cuenca 1, de las cunetas, de las cunetas de coronación y subdrenos como se indica en la tabla 106:

Tabla 106 Resumen del cálculo de los caudales

ABSCISA	CAUDAL CUENCA 1 (m3/S)	CAUDAL DE LAS CUNETAS	CAUDAL SUBDRENES	CAUDAL DE DISEÑO	CAUDAL ASUMIDO
0+970	20.9	0.004	0.05	20.934	21

En la tabla 107, mediante el uso de una hoja electrónica se determinó el diseño de la alcantarilla con control de entrada:

Tabla 107 Diseño control de entrada

DISEÑO DE ALCANTARILLAS CON CONTROL DE ENTRADA														
Prediseño Circular				Prediseño Rectangular										
Q=1.425 . D <sup>2.5</sup>				Q= 1.704 . B . H <sup>1.5</sup>										
D	2.93	Si es mayor a 2.4 por lo tanto no puede ser circular				H(m)	2.8	Prediseño indica que puedo empezar a diseñar con estos datos						
					B(m)	2.8								
								22.35	Q (m3/s)					
ALCANTARILLA RECTANGULAR														
Material Concreto		n= 0.018		Para concretos de vida util amplia min 0.018 y max 0.020										
		z= 1.8113089		Factor de conversion						Prediseño				
Abscisa	Q (m3/s)	Cota entrada (msnm)	Cota de salida (msnm)	Cota de proyecto	Altura de terraplen (m)	dZ	L (m)	So (m/m)	Tipo	H (m)	B(m)	Capacidad (prediseño)		
0+970.00	21	2520.55	2520.43	2520.55	0.06	0.12	14.64	0.008197	Rectangular	2.8	2.8	22.35		
Cálculo pendiente crítica							C. normal							
B (m) asumido	yc	Ac (m2)	Pc (m)	Rc (m)	Sc	So	Control	yo (m)	Ao	H(m)	H asumido			
3	1.709	5.128	6.419	0.799	0.0073	So>Sc	Entrada	1.219	3.658	2.137	3.00			
Codigo	a	b	c	d	e	f	F	zF	HE	H+0.3	HE< (H+0.3)	Vo	DISIPADOR	FR
7	0.072493	0.507087	-0.11747	0.02217	-0.00149	0.000038	1.347151	2.4401	2.6612	3.300	SI CUMPLE	5.74	REQUERIDO	1.66

## Pendiente

Suave (M)  $\rightarrow h_n > h_c$   $S_o < S_c$   
Fuerte (S)  $\rightarrow h_n < h_c$   $S_o > S_c$   
Crítica (C)  $\rightarrow h_n = h_c$   $S_o = S_c$

- Alcantarilla rectangular tipo cajón, aristas vivas, muro frontal de alas  $33^\circ < B < 83^\circ$ .
- Ancho B = 3 metros
- Altura H = 3 metros
- Se requiere diseñar un disipador de energía a la salida de la alcantarilla.

Con estas dimensiones se verificó en campo que las mismas son adecuadas para la construcción de la alcantarilla para esa cuenca hidrográfica.

**Altura de agua a la salida. (Hs)** Corresponde a la profundidad del agua medida desde el punto más bajo de la alcantarilla en la sección de salida. Siempre la velocidad es mayor que la velocidad de escurrimiento en el cauce natural y debe ser evitada por que puede genera problemas de socavación y erosión del cauce aguas abajo; ciertos valores recomendados se detallan en la tabla 108:

Tabla 108 Velocidades máximas admisibles

Fuente: (NEVI, 2013)

**Velocidades máximas admisibles (m/s) en canales no revestidos**

Tipo de terreno	Flujo intermitente, m/s	Flujo permanente, m/s
Arena fina (no coloidal)	0,75	0,75
Arcilla arenosa (no coloidal)	0,75	0,75
Arcilla limosa (no coloidal)	0,90	0,90
Arcilla fina	1,00	1,00
Ceniza volcánica	1,20	1,00
Grava fina	1,50	1,20
Arcilla dura (coloidal)	1,80	1,40
Material graduado (no coloidal):		
desde arcilla a grava	2,00	1,50
desde limo a grava	2,10	1,70
Grava	2,30	1,80
Grava gruesa	2,40	2,00
desde grava a piedras (bajo 15 cm)	2,70	2,10
desde grava a piedras (sobre 20 cm)	3,00	2,40

En el diseño de los extremos de las alcantarillas para las entradas y salidas se dan formas especiales para reducir la erosión, la socavación, retener el relleno del terraplén, mejorar el aspecto, el comportamiento hidráulico y lograr la estabilidad de los extremos del conducto. Pero lo primordial será que la entrada debe guiar el flujo hacia la alcantarilla con el mínimo de contracción posible y la salida debe establecer las condiciones naturales del flujo aguas abajo.

Cuando se tiene control de flujo a la salida, significa que está regulada por la geometría de la sección, calado de entrada  $H_e$ , longitud de la alcantarilla, pendiente, rugosidad, pérdidas de carga a la entrada y dependiendo del caso el calado de agua a la salida.

La figura 60 se muestra varias condiciones de escurrimiento con control en la salida para varias alturas, es así como los cálculos son diferentes si la salida está sumergida o no.

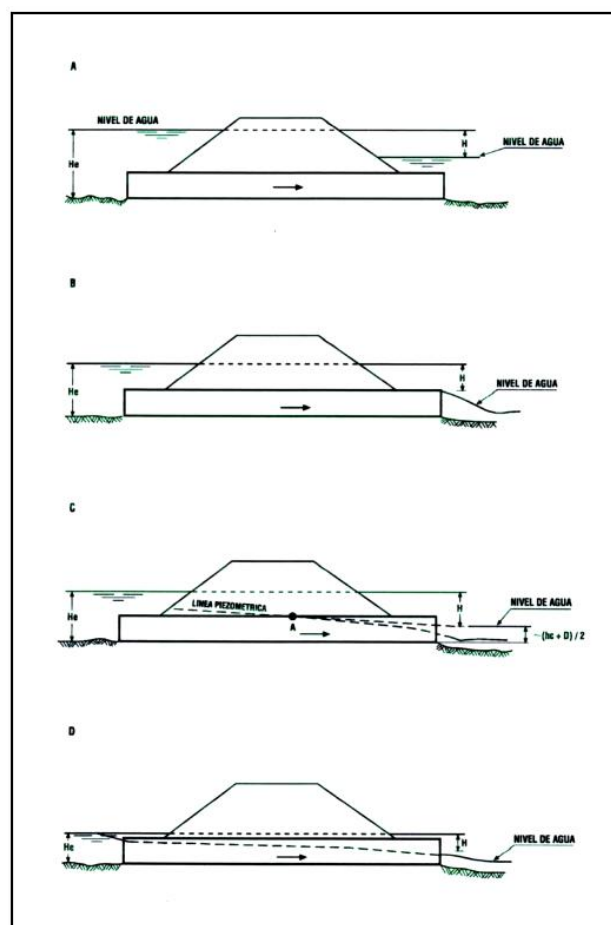


Figura 60 Escorrimento en alcantarillas con control de salida

Fuente: (NEVI, 2013)

Según las condiciones de flujo las alcantarillas no se comportan con un solo tipo de operación de entrada o de salida. Se han estimado 8 condiciones típicas de operación, agrupadas en dos clases:

**CLASE 1: SUPERFICIE DE AGUA LIBRE:  $H_e < 1.2D$  (figura 61):**

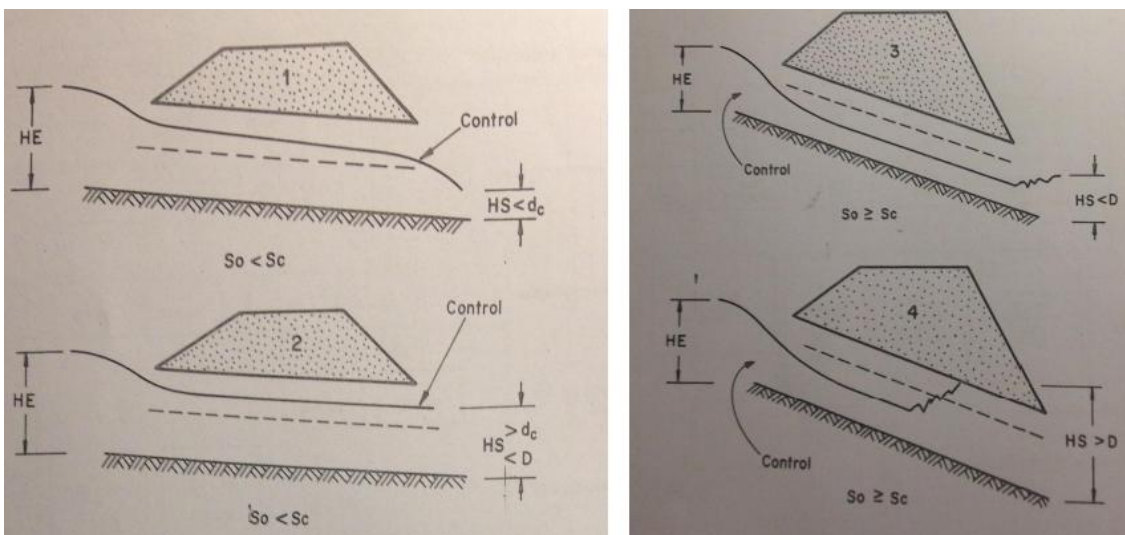


Figura 61 Clase 1

Fuente: (CARCIENTE, 1985)

**CLASE 2: ENTRADA SUMERGIDA:  $H_e > 1.2D$  (figura 62):**

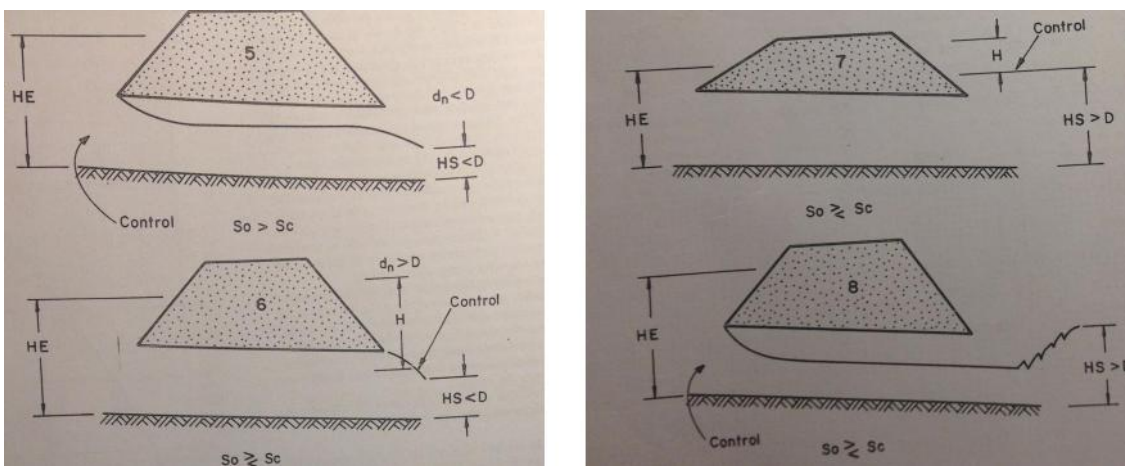


Figura 62 Clase 2

Fuente: (CARCIENTE, 1985)

### SALIDA SUMERGIDA

Para determinar la carga  $H_s$ , se calcula mediante la ecuación 59:

$$H = \left[ 1 + K_e + \frac{19,6n^2L}{R^{1,33}} \right] \frac{v^2}{19,6}$$

Ecuación 59 Fórmula carga  $H_s$  (salida sumergida)  
Fuente: (NEVI, 2013)

Donde:

- $K_e$  Coeficiente de pérdida de carga en la entrada
- $n$  Coeficiente de rugosidad de Manning
- $L$  Longitud de la alcantarilla, m;
- $R$  Radio hidráulico (razón entre área y perímetro mojado), m;
- $V$  Velocidad media en la alcantarilla, m/s.



En la tabla 109 se aprecia los coeficientes de pérdida de carga en la entrada en alcantarillas con control de salida.

Tabla 109 Velocidades máximas admisibles  
Fuente: (NEVI, 2013)

Tipo de estructura y características de la entrada	Coefficiente $K_e$
1. Tubos de hormigón	
1.1. Conducto prolongado fuera del terraplén:	
- arista ranurada.	0,20
- arista viva.	0,50
1.2. Con muro de cabecera con o sin muros de ala:	
- arista ranurada.	0,20
- arista viva.	0,50
- arista redondeada ( $r = 1/12 D$ ).	0,20
- arista biselada.	0,20
2. Tubos de metal corrugado	
2.1. Conducto prolongado fuera del terraplén sin muro de cabecera.	0,90
2.2. Con muro de cabecera, con o sin muros de ala, aristas vivas.	0,50
2.3. Con muro de cabecera, con o sin muros de ala, aristas biseladas.	0,20
3. Alcantarillas de cajón en hormigón armado	
3.1. Con muro de cabecera, sin muros de ala:	
- bordes de aristas vivas.	0,50
- bordes aristas redondeadas ( $r = 1/12 D$ ) o biseladas.	0,20
3.2. Con muros de ala formando ángulos entre $30^\circ$ y $75^\circ$ con el eje del conducto:	
- borde del dintel con arista viva.	0,40
- borde del dintel con arista redondeada ( $r = 1/12 D$ ) o biseladas.	0,20
3.3. Con muros de ala formando ángulos entre $10^\circ$ y $25^\circ$ con el eje del conducto y arista viva en el dintel.	0,50
3.4. Con muros de ala paralelos al conducto y arista viva en el dintel.	0,70

En la tabla 110 están descritos los coeficientes de rugosidad de Manning para los materiales usados comúnmente en alcantarillas:

Tabla 110 Coeficientes de rugosidad para materiales en alcantarillas  
Fuente: (NEVI, 2013)

Materiales	$n$
a) Hormigón	0,012
b) Metal corrugado:	
- Ondulaciones estándar (68 mm x 13 mm)	0,024
- Revestido en un 25%	0,021
- Totalmente revestido	0,012
- Ondulaciones medianas (76 mm x 25 mm)	0,027
- 25 % revestido	0,023
- totalmente revestido	0,012
- Ondulaciones grandes (152 mm x 51 mm)	variable
- 25 % revestido	0,026
- totalmente revestido	0,012

#### SALIDAS NO SUMERGIDAS

Para determinar la carga  $H_c$ , se calcula con la ecuación 60:

$$H_e = H_1 + H - L i$$

Donde:

- $H_e$  profundidad de agua en la entrada (m);  
 $H$  carga de la alcantarilla (m);  
 $L$  longitud de la alcantarilla (m);  
 $i$  gradiente de la alcantarilla (m/m);  
 $H_1$  cota piezométrica en la salida medida desde el umbral de la salida de la alcantarilla (m).

Ecuación 60 Fórmula carga  $H_s$  no sumergidas

Fuente: (NEVI, 2013)

## DISEÑO DE LA ALCANTARILLA DE LA CUENCA 2

Se asume un caudal de diseño mediante la suma del caudal de la cuenca 2, de las cunetas, de las cunetas de coronación y subdrenos. La tabla 111 muestra en resumen los caudales en la cuenca2:

Tabla 111 Resumen de Caudales

ABSCISA	CAUDAL CUENCA 2 (m3/S)	CAUDAL DE LAS CUNETAS	CAUDAL SUBDRENES	CAUDAL DE DISEÑO	CAUDAL ASUMIDO
1+975	5.81	0.004	0.03	5.864	6

En la tabla 112, mediante el uso de una hoja electrónica se determinó el diseño de la alcantarilla con control de salida:

Tabla 112 Diseño de alcantarilla con control de salida

Abscisa	Q(m3/s)	Cota Entrada (msnm)	Cota Salida (msnm)	Cota proyecto (msnm)	Altura terraplen(m)	dZ (m)	L(m):	So (m/m):	Prediseño			Capacidad (prediseño) (m3/s)
									D(m) (prediseño)	Tipo	D (m)	
1+975	6	2511.370	2511.170	2511.910	0.64	0.2	26.75	0.0075	1.777	Circular	1.9	7.09

Material	n	Cálculo de pendiente crítica										So < Sc	Control
		Dimen.	D (m)	$Z_c = \frac{Q}{(g^{0.5})}$	$Z_c/D^{2.5}$	$y_c/D$	$y_c$ (m)	$\theta$ (rad)	$A_c$ (m2)	$P_c$ (m2)	$R_c$ (m)	$Sc$	
Acero Corrugado	0.025		1.9	1.916	0.38	0.51	0.961	3.164	1.438	3.006	0.478344	0.029096	Salida

Cálculo de HE											H+0.30	HE< (H+0.3)
Hs = 0.8 D (m)	Θ (rad)	Ac (m2)	Pc (m2)	Rc (m)	V = Q / A (m/s)	Hv (m)	Ce	He (m)	Hf (m)	HE (m)		
1.520	4.429	2.432	4.207	0.578	2.4675	0.3103	0.5000	0.1552	0.1467	2.1322	2.20	Cumple

Pendiente

Suave (M)  $\rightarrow h_n > h_c$   $S_o < S_c$   
 Fuerte (S)  $\rightarrow h_n < h_c$   $S_o > S_c$   
 Crítica (C)  $\rightarrow h_n = h_c$   $S_o = S_c$

- Alcantarilla CIRCULAR de acero corrugado
- Diámetro = 1.9 metros

Nota: Para el diseño de Alcantarillas para drenaje de cunetas se toma en consideración tres aspectos.

- Puntos obligados. Como es el caso de las cuencas hidrográficas
- Puntos bajos. Para esto es necesario observar el perfil vertical.
- Y seguir normativa de colocar alcantarilla cada 500 metros.

## DISEÑO DE LA ALCANTARILLA PARA EL DRENAJE DE CUNETAS

Para los caudales máximos y mínimos que se determinaron en el drenaje de las cunetas, que descargan sobre las alcantarillas propuestas, se requiere el diámetro mínimo ( $D=1.20\text{m}$ ) estipulado en la Normativa Ecuatoriana Vial para el diseño de alcantarillas como se muestra en la tabla 113 según su ubicación en la vía:

Tabla 113 Diseño de alcantarilla para drenaje de cunetas

- Abscisa 0+630

Cálculo de pendiente crítica									Prediseño					Capacidad (prediseño) (m³/s)
Abscisa P. BAJO	Q(m³/s)	Cota Entrada (msnm)	Cota Salida (msnm)	Cota proyecto (msnm)	Altura terraplen (m)	dZ (m)	L(m):	So (m/m):	D(m) (prediseño)	Tipo	D (m)			
0+630	0.023	2527.270	2527.070	2527.810	0.64	0.2	16.84	0.0119	0.192	Circular	1.2	2.25		

Dimen.		Cálculo de pendiente crítica											
Material	n	D (m)	$Z_c = Q/(g^{0.5})$	$Z_c/D^{2.5}$	$y_c/D$	$y_c$ (m)	$\theta$ (rad)	Ac (m²)	Pc (m²)	Rc (m)	Sc	So < Sc	Control
Acero Corrugado	0.025	1.2	0.007	0.00	0.26	0.309	2.129	0.230	1.277	0.180435	6.11E-05	So>Sc	Entrada

Cálculo de HE											
Código	a	b	c	d	e	f	F	z	HE (m)	H+0.30	HE< (H+0.30)
4	0.167433	0.538595	-0.149370	0.039154	-0.003440	0.000116	0.014581	1.811309	0.2250	1.50	Cumple

- Abscisa 1+660

									Prediseño			
Abscisa P. BAJO	Q(m3/s)	Cota Entrada (msnm)	Cota Salida (msnm)	Cota proyecto (msnm)	Altura terraplen( m)	dZ (m)	L(m):	So (m/m):	D(m) (prediseño)	Tipo	D (m)	Capacidad (prediseño) (m3/s)
1+660	0.054	2519.960	2519.760	2520.500	0.64	0.2	15.68	0.0128	0.270	Circular	1.2	2.25

		Dimen.	Cálculo de pendiente crítica										
Material	n	D (m)	$Z_c = Q/(g^{0.5})$	$Z_c/D^{2.5}$	$y_c/D$	$y_c$ (m)	$\theta$ (rad)	$Ac$ (m2)	$Pc$ (m2)	$Rc$ (m)	$Sc$	$So < Sc$	Control
Acero Corrugado	0.025	1.2	0.017	0.01	0.26	0.314	2.147	0.236	1.288	0.182892	0.000316	$So>Sc$	Entrada

Cálculo de HE											
Código	a	b	c	d	e	f	F	z	HE (m)	H+0.30	$HE< (H+0.30)$
4	0.167433	0.538595	-0.149370	0.039154	-0.003440	0.000116	0.034233	1.811309	0.2480	1.50	Cumple

- Abscisa 2+640

Abscisa P. BAJO	Q(m <sup>3</sup> /s)	Cota Entrada (msnm)	Cota Salida (msnm)	Cota proyecto (msnm)	Altura terraplen (m)	dZ (m)	L(m):	So (m/m):	Prediseño			
									D(m) (prediseño)	Tipo	D (m)	Capacidad (prediseño) (m <sup>3</sup> /s)
2+640	0.099	2505.310	2505.110	2506.850	1.64	0.2	16.41	0.0122	0.344	Circular	1.2	2.25

		Dimen.	Cálculo de pendiente crítica										
Material	n	D (m)	$Z_c = \frac{Q}{\sqrt{g^{0.5}}}$	$Z_c/D^{2.5}$	$y_c/D$	$y_c$ (m)	$\theta$ (rad)	Ac (m2)	Pc (m2)	Rc (m)	Sc	So < Sc	Control
Acero Corrugado	0.025	1.2	0.032	0.02	0.27	0.321	2.175	0.243	1.305	0.186433	0.000972	So>Sc	Entrada

Cálculo de HE											
Código	a	b	c	d	e	f	F	z	HE (m)	H+0.30	HE< (H+0.3)
4	0.167433	0.538595	-0.149370	0.039154	-0.003440	0.000116	0.062760	1.811309	0.2795	1.50	Cumple

- Abscisa 1+370

Abscisa NORMATIVA	Q(m <sup>3</sup> /s)	Cota Entrada (msnm)	Cota Salida (msnm)	Cota proyecto (msnm)	Altura terraplen (m)	dZ (m)	L(m):	So (m/m):	Prediseño			
									D(m) (prediseño)	Tipo	D (m)	Capacidad (prediseño) (m <sup>3</sup> /s)
1+370	0.07	2525.190	2524.990	2525.730	0.64	0.2	14.76	0.0136	0.300	Circular	1.2	2.25

		Dimen.	Cálculo de pendiente crítica										
Material	n	D (m)	$Z_c = \frac{Q}{(g^{0.5})}$	$Z_c/D^{2.5}$	$y_c/D$	$y_c$ (m)	$\theta$ (rad)	Ac (m2)	Pc (m2)	Rc (m)	Sc	So < Sc	Control
Acero Corrugado	0.025	1.2	0.022	0.01	0.26	0.316	2.157	0.238	1.294	0.184154	0.000515	So>Sc	Entrada

Cálculo de HE											
Código	a	b	c	d	e	f	F	z	HE (m)	H+0.30	HE< (H+0.3)
4	0.167433	0.538595	-0.149370	0.039154	-0.003440	0.000116	0.044376	1.811309	0.2599	1.50	Cumple

- Abscisa 2+460

Abscisa NORMATIVA	Q(m <sup>3</sup> /s)	Cota Entrada (msnm)	Cota Salida (msnm)	Cota proyecto (msnm)	Altura terraplen (m)	dZ (m)	L(m):	So (m/m):	Prediseño			
									D(m) (prediseño)	Tipo	D (m)	Capacidad (prediseño) (m <sup>3</sup> /s)
2+460	0.08	2513.390	2513.190	2513.930	0.64	0.2	14.08	0.0142	0.316	Circular	1.2	2.25

		Dimen.	Cálculo de pendiente crítica										
Material	n	D (m)	$Z_c = \sqrt[3]{Q/(g^{0.5})}$	$Z_c/D^{2.5}$	$y_c/D$	$y_c$ (m)	$\theta$ (rad)	Ac (m2)	Pc (m2)	Rc (m)	Sc	So < Sc	Control
Acero Corrugado	0.025	1.2	0.026	0.02	0.27	0.318	2.163	0.240	1.298	0.184941	0.000659	So>Sc	Entrada

Cálculo de HE											
Código	a	b	c	d	e	f	F	z	HE (m)	H+0.30	HE< (H+0.3)
4	0.167433	0.538595	-0.149370	0.039154	-0.003440	0.000116	0.050715	1.811309	0.2673	1.50	Cumple

- Abscisa 0+320

Abscisa NORMATIVA	Q(m <sup>3</sup> /s)	Cota Entrada (msnm)	Cota Salida (msnm)	Cota proyecto (msnm)	Altura terraplen (m)	dZ (m)	L(m):	So (m/m):	Prediseño			Capacidad (prediseño) (m <sup>3</sup> /s)
									D(m) (prediseño)	Tipo	D (m)	
0+320	0.022	2543.680	2543.480	2544.220	0.64	0.2	14.98	0.0134	0.189	Circular	1.2	2.25

		Dimen.	Cálculo de pendiente crítica										
Material	n	D (m)	$Z_c = \frac{Q}{(g^{0.5})}$	$Z_c/D^{2.5}$	$y_c/D$	$y_c$ (m)	$\theta$ (rad)	$A_c$ (m2)	$P_c$ (m2)	$R_c$ (m)	$Sc$	$So < Sc$	Control
Acero Corrugado	0.025	1.2	0.007	0.00	0.26	0.309	2.128	0.230	1.277	0.180355	5.6E-05	$So > Sc$	Entrada

Cálculo de HE											
Código	a	b	c	d	e	f	F	z	HE (m)	H+0.30	HE< (H+0.3)
4	0.167433	0.538595	-0.149370	0.039154	-0.003440	0.000116	0.013947	1.811309	0.2251	1.50	Cumple

- Abscisa 0+795

Abscisa PUENTE	Q(m <sup>3</sup> /s)	Cota Entrada (msnm)	Cota Salida (msnm)	Cota proyecto (msnm)	Altura terraplen (m)	dZ (m)	L(m):	So (m/m):	Prediseño			Capacidad (prediseño) (m <sup>3</sup> /s)
									D(m) (prediseño)	Tipo	D (m)	
0+795	0.028	2524.430	2524.230	2524.970	0.64	0.2	17.93	0.0112	0.208	Circular	1.9	7.09

		Dimen.	Cálculo de pendiente crítica										
Material	n	D (m)	$Z_c = Q/(g^{0.5})$	$Z_c/D^{2.5}$	$y_c/D$	$y_c$ (m)	$\theta$ (rad)	$A_c$ (m2)	$P_c$ (m2)	$R_c$ (m)	$Sc$	$So < Sc$	Control
Acero Corrugado	0.025	1.9	0.009	0.00	0.26	0.486	2.120	0.572	2.014	0.283908	8.03E-06	$So>Sc$	Entrada

Cálculo de HE											
Código	a	b	c	d	e	f	F	z	HE (m)	H+0.30	HE< (H+0.3)
4	0.167433	0.538595	-0.149370	0.039154	-0.003440	0.000116	0.005627	1.811309	0.3391	2.20	Cumple

- Alcantarillas CIRCULAR de acero corrugado, muro frontal de alas 33°<B<83°.
- Diámetro = 1.2 metros.

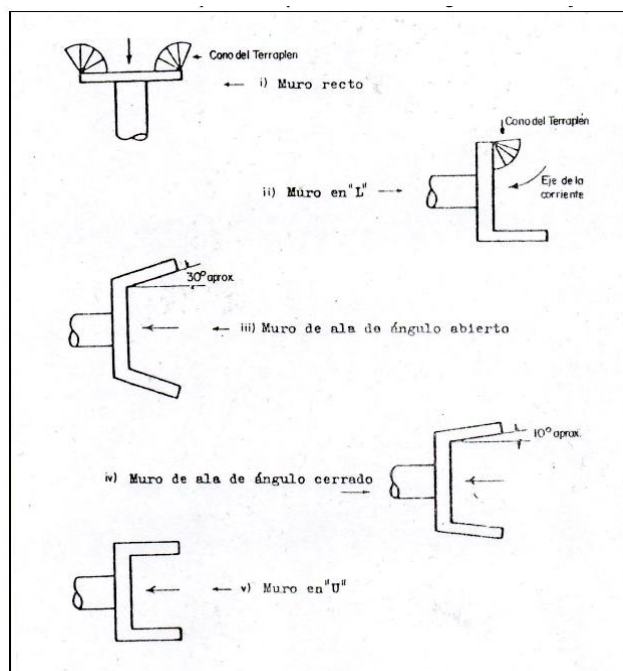
#### 4.5.3 MUROS ESQUEMÁTICOS DE ALCANTARILLAS

- Muro recto. Se utiliza para alcantarillas pequeñas con gradientes longitudinales suaves.
- Muro en L. Se utiliza cuando es necesario un cambio brusco en la dirección del flujo.
- Muro de alas con ángulo abierto. Se usa especialmente en cauces definidos con velocidades de llegada moderadas.

- Muro de ala con ángulo cerrado. Se usa en cauces bien definidos con abundante arrastre y altas velocidades de llegada.
- Muro en U. son constructivamente los más económicos y sencillos, pero hidráulicamente los más ineficientes.

Los muros esquemáticos se presentan a en la figura 63:

Figura 63 Muros para alcantarillas  
Fuente: (NEVI, 2013)



#### 4.5.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE PUENTES

En la tabla 114, se expone los puentes existentes en la vía de estudio, y al contener luces pequeñas en el proyecto se consideró realizar el diseño de alcantarillas tipo cajón. Al ser un nuevo diseño se propone reemplazar las existentes para lo cual se debe realizar el diseño de las mismas.

Tabla 114 Puentes existentes en la vía

PUENTES EXISTENTES									
N°	LONGITUD	L. ADOPTADO	ANCHO	ABSCISA	NORTE	ESTE	COTA	CONCEPTO	ALCANTARILLA
1	3.4	4	4.47	0+640	9675600.09	726340.71	2525.34	FUERA DE VIA	-
2	3	4	3.64	0+703	9675647.8	726397.02	2523.18	FUERA DE VIA	-
3	3.09	4	8.77	0+795	9675701.21	726458.52	2524.09	DENTRO	METALICO ARMICO
4	6.56	7	8.8	0+970	9675859.96	726527.36	2520.5	DENTRO	TIPO CAJON
5	6.85	7	3.84	0+998.56	9675875.98	726522.08	2518.32	FUERA DE VIA	-
6	6.95	7	8.9	2+849	9677466.69	726228.75	2493.59	DENTRO	-

En la tabla 115 se presenta un resumen general de las alcantarillas donde irían colocadas en la vía, donde se indica tanto las cotas de proyecto y de entrada, el tipo de material empleado, dimensiones, una breve descripción, la longitud y el caudal:

Tabla 115 Resumen de alcantarillas

#	Abscisa	Cota Proyecto	Cota Entrada	Tipo	Dimensiones		Descripcion	Longitud medida	Longitud adoptada	Caudal (m3/s)
					Rectangular	Diametro (m)				
1	0+795.00	2524.97	2524.43	Armico		1.9	Puente	17.93	18	0.028
2	0+970.00	2520.55	2520.55	Cajon	3x3		Puente	14.64	15	21.0
3	1+975.00	2511.91	2511.37	Armico		1.9	Urb. Santa Sofia	26.75	27	6
4	0+630.00	2527.81	2527.27	Armico		1.2	Punto bajo	16.84	17	0.023
5	1+660.00	2520.5	2519.96	Armico		1.2	Punto bajo	15.68	16	0.054
6	2+640.00	2506.85	2506.31	Armico		1.2	Punto bajo	16.41	17	0.099
7	1+370.00	2525.73	2525.19	Armico		1.2	Normativa	14.76	15	0.07
8	2+460.00	2513.93	2513.39	Armico		1.2	Normativa	14.08	15	0.08
9	0+320.00	2544.22	2543.68	Armico		1.2	Normativa	14.98	15	0.022



## 5. CAPÍTULO 5. SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO

La señalización sirve para regular el flujo vehicular con la finalidad de evitar accidentes potenciales. Las señales cumplen normativa específica y siguen un proceso de delineación para el diseño de su ubicación. La vía a diseñar actualmente no cuenta con ningún tipo de señalización es por esta razón que todos los diseños de señalización de tránsito, deberán estar de acuerdo con la norma y reglamentos de INEN 004-1 y INEN 004-2 o normativas internacionales como es la norma MUTCD producidas por la FHWA de Estados Unidos. (NEVI, 2012). En este capítulo se tratará todos los aspectos relacionados a la señalización vial, en los que se detallan la recopilación de información, señalización vertical, señalización horizontal.

### 5.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

El diseño y la instalación de la señalización en la vía en estudio, para la operación segura y eficiente de los vehículos en circulación deberán cumplir lo siguiente.

- Entregar mensajes claros y sencillos a los usuarios de la vía.
- Ser uniforme, es decir, un mismo mensaje siempre debe entregarse en toda la red vial, de igual forma, cumpliendo la normativa vigente.
- Dar mensajes informativos, reglamentarios, ambientales verdaderos y no en forma parecida.
- Ser emplazada de tal forma que sea totalmente visible y oportuna para los usuarios.
- La señal debe ser necesaria y llamar la atención.

Se entenderá como señal de tránsito a los siguientes dispositivos de seguridad vial:

- Señales verticales.
- Señales Horizontales.
- Señales Variables.
- Elementos de Apoyo.
- Elementos de Segregación.

#### 5.1.1 MANTENIMIENTO DE LAS SEÑALES DE TRÁNSITO

Para no dañar ni ocasionar importante pérdida en la visibilidad se tomara en cuenta:

- Utilizar un paño no abrasivo y jabón neutro.
- No se utilizara esponjas.
- No se utilizara elementos abrasivos.
- No se podrá utilizar solventes.





### 5.1.2 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Consiste en determinar las condiciones mínimas para que una señal de tránsito pueda mantener en uso, si no cumple con tan solo uno de los siguientes criterios, la señal debe ser retirada y reemplazada

#### **Control visual**

Se verificará:

- Perdida de elementos como letras o símbolos.
- Perdida de fragmentos del elemento de señalización.
- Presencia de pinturas extrañas que alteren parcial o totalmente.
- Elementos golpeados, doblados o desgastados.
- Mensajes fuera de norma.
- Dispositivos refaccionados.

#### **Control de nivel de deterioro**

Consiste en la estimación de porcentaje de superficie dañada, debido a la erosión, oxidación, desprendimiento de la lámina que afecte la interpretación de la señal. Se estiman tres niveles de severidad de deterioro.

- Severidad baja. Es un deterioro aceptable que afecta la eficiencia de la señal de tránsito.
- Severidad media. Es un deterior marginal, se lo considera como un efecto moderado, en este caso se considera el reemplazo de la señal.
- Severidad alta: Es un deterior inaceptable.

#### **Nivel de retroreflectividad**

Debe ser visualizada tanto de día como de noche, la lámina retroreflectiva con que cuenta una señal permite que tenga la propiedad de devolver la luz a su fuente de origen. Generalmente las láminas están compuestas de esferas de vidrio microscópicas o elementos prismáticos, algunos términos técnicos definen sus características.

- Angulo de entrada.
- Angulo de observación.
- Luminancia

#### **Control colorimétrico**

Los colores se definirán en base a las coordenadas cromáticas de colores de señalización vial establecidos en el reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004. (NEVI, 2012)

### Control de dimensiones

Las dimensiones especificadas deben cumplir las especificaciones para cada una de las señales de tránsito. Las dimensiones mínimas estarán especificadas en función de la velocidad. La tabla 116 presenta algunas indicaciones respecto a las dimensiones de los letreros en función de la velocidad:

Tabla 116 Dimensiones mínimas en función de la velocidad  
Fuente: (NEVI, 2013)

Rango	Dimensión
Velocidades entre 60 - 80 Km/h	75 x 75 cm
Velocidades > 80 Km/h	90 x 90 cm
En consecuencia, la dimension mínima para velocidades menores o iguales de 60 Km/h, estará determinada por los parámetros asociados a una velocidad de 60 Km/h	

### Control de ubicación

La ubicación, tanto lateral como longitudinal debe estar en el lugar correcto caso contrario se lo reubicara con la finalidad de que sea apta para su uso.

Como criterio general, debe ser instalado dentro del cono visual del usuario de la vía, de manera que atraiga su atención y facilite su interpretación, tomando en cuenta la velocidad del vehículo.

### Recomendaciones.

- Por ser los postes un peligro para los usuarios las señales deben instalarse lejos de la calzada y construirse de tal forma que opongan la menor resistencia en caso de accidentes.
- Las distancias longitudinales correspondientes a la instalación de señales, serán definidas caso a caso cuando se aborde la función de cada una, esto debido a que se cuenta con diferentes criterios de ubicación de acuerdo a su utilidad.

Existe una recomendación para usar una distancia mínima entre señales verticales. Cuando una señal vertical coincida con el emplazamiento de otra, las distancias indicadas podrán ser modificadas en un  $\pm 20\%$ , teniendo prioridad en primer lugar las de tipo reglamentario continuando con las preventivas y por ultimo las informativas. Las distancias mínimas recomendadas entre señales verticales se indican en la tabla 117:

Tabla 117 Distancias mínimas entre señales verticales  
Fuente: (NEVI, 2013)

Distancia según Precedencia (m)	Velocidad (km/h)							
	120 - 110		100 - 90		80 - 60		50 - 30	
	Minima Absoluta	Minima Recomendada	Minima Absoluta	Minima Recomendada	Minima Absoluta	Minima Recomendada	Minima Absoluta	Minima Recomendada
Regulatoria o Preventiva → Regulatoria o Preventiva	50	80	50	65	30	50	20	30
Regulatoria o Preventiva → Informativa	90	120	80	105	60	80	40	50
Informativa → Regulatoria o Preventiva	60	90	50	75	40	60	30	40
Informativa → Informativa	110	140	90	115	70	90	50	60

- La distancia transversal dependerá a la distancia, medida desde el borde de la calzada a la cual será instalada, el cono de visibilidad de un conductor es de 10° con respecto a su eje de visual, es decir la señal deberá estar en esa zona.
- Para la altura de la placa de la señal se considera factores como la retroreflectividad, tránsito de peatones, vegetación, obstáculos cercanos. La tabla 118 recomienda dimensiones de la altura tanto para zonas rurales y urbanas:

Tabla 118 Altura recomendada de las placas de la señal  
Fuente: (NEVI, 2013)

I. ZONAS RURALES				
TIPO DE CAMINO		A(m)	H(m)	
		Mínimo	Mínimo	Máximo
Vías rurales	Sin Bordillo	2,0	1,50	2,0
	Con Bordillo	0,6		
II. ZONAS URBANAS				
Vías Urbanas	Sin Bordillo	2,0	2,0	2,2
	Con Bordillo	0,3		

A = Distancia medida desde el borde exterior de la calzada, hasta el canto interior de la señal vertical.

H = Distancia entre la rasante, a nivel del borde exterior de la calzada y el canto o tangente al punto inferior de la señal.

## 5.2 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

### 5.2.1 SEÑALES REGLAMENTARIAS

La finalidad es indicar al conductor las prohibiciones, limitaciones, prioridades, obligaciones que la autoridad competente ha definido para lograr una adecuada y segura utilización de la red vial. Generalmente estas señales son de forma rectangular y tendrán fondo blanco y letras de color negro. Su trasgresión constituye infracción a las normas de tránsito. En la figura 64 se puede apreciar los tipos de señales reglamentarias que existen en el Ecuador:



Figura 64 Señales reglamentarias  
Fuente: (INEN, 2011)

### 5.2.2 CLASIFICACIÓN

- R1 Serie de prioridad de paso.
- R2 Serie de movimiento y dirección.
- R3 Serie de restricción de circulación.
- R4 Serie de límites máximos.
- R5 Series de estacionamientos.
- R6 Serie de placas complementarias.
- R7 Serie miscelánea.

### 5.2.3 SEÑALES PREVENTIVAS

Su función es de prevenir o advertir al usuario aquellas características del camino y entorno que conllevan peligro en la conducción. Estas señales tienen forma de rombo y tendrán fondo de color amarillo y pictograma de color negro. Se ubicarán a lado derecho de la vía unos 60 m antes de la curva. Pueden ser de forma permanente o temporal. Su empleo debe reducirse al mínimo posible, debido al uso innecesario de ellas, tienden a disminuir el respeto y obediencia a toda la señalización en general. En la figura 65 se puede apreciar los tipos de señales preventivas que existen en el Ecuador:



Figura 65 Señales preventivas  
Fuente: (INEN, 2011)

### 5.2.4 CLASIFICACIÓN

- P1 Serie de alineamiento.
- P2 Serie de intersecciones y empalmes.
- P3 Serie de aproximación a dispositivos de control de tránsito.
- P4 Serie de anchos, alturas largos y pesos.
- P5 Serie de asignación de carriles.
- P6 Serie de obstáculos y situaciones especiales en la vía.
- P7 Serie peatonal.
- P8 Serie complementaria.

### 5.2.5 SEÑALES INFORMATIVAS Y AMBIENTALES.

Tienen por finalidad indicar la proximidad o la dirección de centros poblados lugares arqueológicos o de importancia turística, así como zonas de importancia ambiental, es decir indicar antecedentes necesarios para que se pueda llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible. Generalmente son de forma rectangular, su color es verde, azul retroreflectivo y símbolos blancos. La figura 66 se aprecia los tipos de señales informativas que existen en el Ecuador



Figura 66 Señales informativas  
Fuente: (INEN, 2011)

### 5.2.6 CLASIFICACIÓN.

- Señales de información de guía.
- Señales de información de servicios.
- Señales de información misceláneos.

## 5.3 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Se considera líneas longitudinales a:

- a) Líneas de separación de flujos opuestos.
- b) Líneas de separación de carriles.
- c) Líneas de borde de calzada.
- d) Líneas de Prohibición de estacionamiento.
- e) Líneas de Transición (Reducción o ampliación de carriles).

### 5.3.1 DEMARCACIÓN PLANA Y ELEVADA

El eje de una vía de calzada bidireccional será una línea continua doble. En vías urbanas de anchos menores de 6 m y velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 60 Km/h se puede sustituir la línea continua doble por una línea continua simple.

La demarcación elevada (tachas reflectivas) debe ser de color blanco, amarillo o rojo debiendo coincidir con el color de la línea con el cuerpo del elemento con la excepción de las tachas bicolor, se utiliza el blanco para indicar líneas que puedan ser traspasadas, el amarillo para líneas que pueden o no ser traspasadas y rojas que se instalan exclusivamente junto a las líneas de borde derecho que significan peligro y no deben ser cruzadas.

### 5.3.2 LÍNEAS SEGMENTADAS DE SEPARACIÓN DE CIRCULACIÓN OPUESTA

Son de color amarillo, pueden ser traspasadas con precaución y seguridad donde las características geométricas de la vía así lo permitan. La figura 67 indica las dimensiones para su implementación:

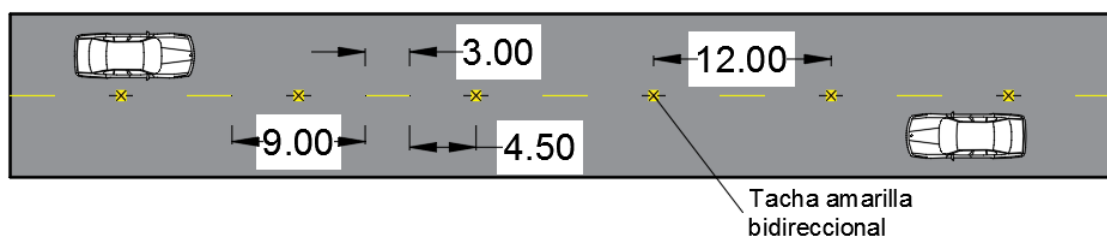


Figura 67 Líneas segmentadas de separación  
Fuente: (NEVI, 2013)

La tabla 119 indica algunos parámetros para las líneas segmentadas:

Tabla 119 Parámetros para líneas segmentadas  
Fuente: (NEVI, 2013)

Velocidad máxima (Km/h)	Ancho línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12	0 3 - 0 9
Mayor a 50	150	12	0 3 - 0 9

### 5.3.3 DOBLE LÍNEA CONTINUA

Las líneas de separación de carriles de circulación opuesta continuas dobles consisten en dos líneas amarillas paralelas, de ancho de 100 a 150 mm con tachas a los costados separadas un espacio de 100 mm. Se impide rebasamientos o virajes o ala izquierda en forma segura. En la figura 68 se puede apreciar las dimensiones de las tachas y la doble línea continua:



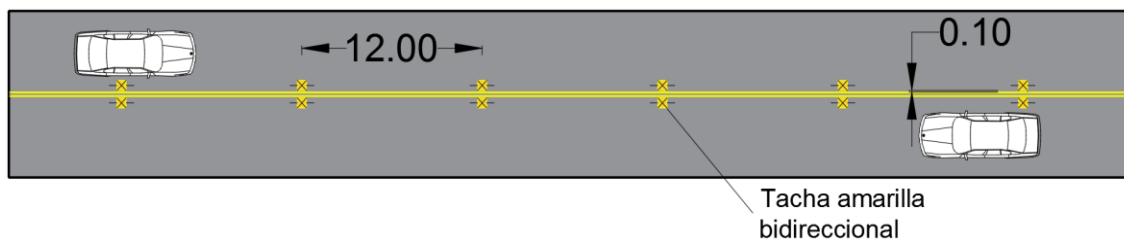


Figura 68 Doble línea continua  
Fuente: (NEVI, 2013)

### 5.3.4 DOBLE LÍNEA MIXTA

Consiste en dos líneas amarillas paralelas una continua y otra segmentada, se considera un ancho de 100 cada una y separadas por un ancho también de 100 mm. Se puede rebasar con seguridad pero prohibido cruzar desde la línea continua. En la figura 69 se puede apreciar las dimensiones entre las tachas y la doble línea continua:

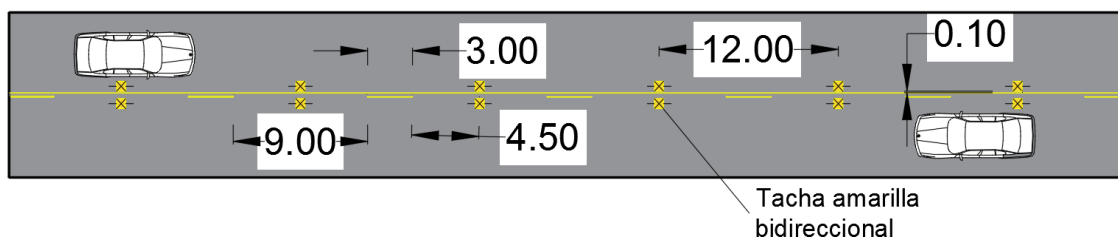


Figura 69 Doble línea mixta  
Fuente: (NEVI, 2013)

### 5.3.5 LÍNEAS DE BORDE

- Son para indicar el borde de la calzada.
- En vías rurales con un ancho de calzada menor de 5,60 m, donde resulta difícil conducir un vehículo sin invadir continuamente el carril de sentido contrario, se recomienda señalizar solamente los bordes de la calzada (NEVI, 2012).
- Las líneas de borde de calzada son blancas pero nunca se ubicaran fuera de la calzada, exceptuando si existe parterre o isla. Son líneas continuas con un ancho de 100 mm para vías urbanas y 150 mm para autopistas y carreteras. Las tachas a usarse deben ser del mismo color de la línea pero si se trata de borde de vía debe ser roja y se recomienda instalarla a 5cm del lado anterior de la línea de borde de calzada.

### 5.3.6 LÍNEAS DE TRANSICIONES PARA REDUCCIÓN DE PISTAS

Se debe señalar una zona de transición con líneas de separación y borde de calzada convergentes para el ancho de la calzada cuando se reduce o aumenta el número de carriles disponibles. La longitud mínima de la zona de transición se calcula con la ecuación 61 y la ecuación 62 dependiendo de las velocidades (NEVI, 2013):

$$L = 0,6 * A * V/1,6$$

Ecuación 61 Longitud mínima de zona de transición (velocidad mayor a 50 km/h)

Fuente: (NEVI, 2013)

$$L = A * V^2/150$$

*L = Longitud de Transición en metros, en todo caso no debe ser menor de 10 metros.*

*A = Diferencia de ancho de calzada, entre los extremos de zona de transición, m*

*V = Velocidad máxima permitida en Km/h*

Ecuación 62 Longitud mínima de zona de transición (velocidad menor o igual a 50 km/h)

Fuente: (NEVI, 2013)

La señalización de la transición depende también del número de carriles que son eliminados o aumentados. Las líneas de carril se deben interrumpir más allá de dicha señal, a un cuarto de la señal de la distancia que separa a la señal del inicio de la transición.

Se recomienda que las líneas de borde de la calzada sean lo más anchas posibles para garantizar su visibilidad y como recomendación se utiliza señalización complementarias (Delineadores) con una distancia de 8 a 12 metros. La figura 70 muestra la señalización para la transición y las dimensiones para las mismas:

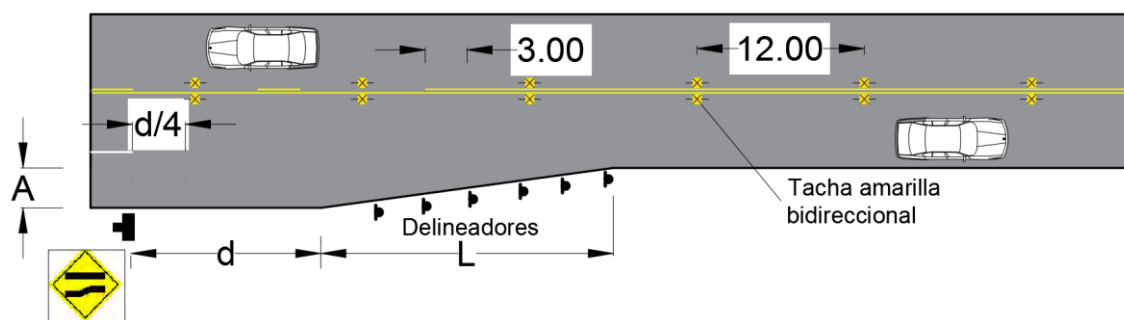


Figura 70 Líneas de transiciones

Fuente: (NEVI, 2013)

## 6. CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE TRÁNSITO

Este capítulo tratará los aspectos relacionados al tránsito y funcionalidad de la vía, en los que se detallan la recopilación de información, evaluación del impacto a la circulación y funcionalidad de la vía (intersección vía a El Valle - vía a Guncay), niveles de servicio y evaluación de la intersección (intersección vía a El Valle - vía a Guncay), niveles de servicio y evaluación de la intersección (intersección vía Monay, Baguanchi, Paccha - vía a Guncay).

### 6.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La vía Centro Parroquial, Santa Catalina, El Despacho, Santa Sofía y Guncay se encuentra ubicado en la zona rural de la ciudad de Cuenca en la parte sur-este en la parroquia de El Valle, caracterizada por ser una zona de alto tráfico en la intersección con la vía principal que conecta al centro parroquial con la ciudad de Cuenca y a las parroquias de Santa Ana y Quingeo así como al cantón Sigüig, mientras que en la intersección con la vía Monay, Baguanchi, Paccha, que conecta a la parroquia de Paccha con la ciudad de Cuenca y sus alrededores, donde el tráfico en las mismas es relativamente alto en horas pico. Esto ha hecho que en este estudio se requiera hacer una evaluación de estas intersecciones y así garantizar la funcionalidad de la vía a futuro.

En las figuras 71 Y 72 se puede apreciar las intersecciones a evaluar:



Figura 71 Intersección con la Vía a El Valle  
Fuente: (AutoCAD Civil 3D, 2017)



Figura 72 Intersección con la Vía Monay, Baguanchi, Paccha  
Fuente: (AutoCAD Civil 3D, 2017)

Si bien el estudio no llega a completar hasta la vía Monay, Baguanchi, Paccha es conveniente evaluar su estado pues el proyecto afectará a esta intersección y a su vez proponer soluciones para que no existan conflictos en estas zonas. Para el caso de la intersección con la Vía a El Valle, el conteo fue realizado el día miércoles 20 de Septiembre del 2017 desde las 06:00 am hasta las 20:30 pm; esta intersección es en cruz regulada por un semáforo. La intersección cuenta con 7 aproximaciones, 4 salidas y 3 entradas. Los datos procesados con los resultados obtenidos en todas las estaciones se presentan en la ilustración 30:

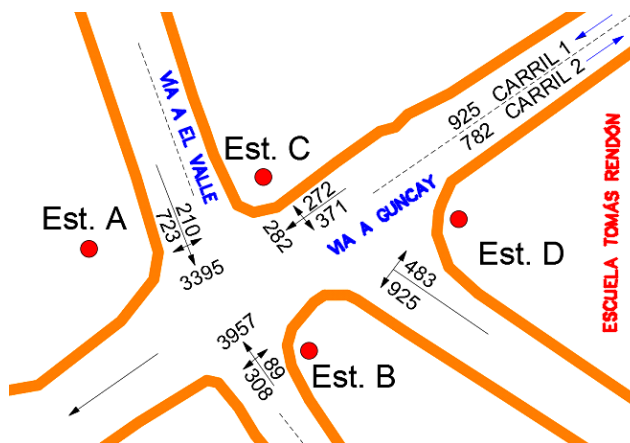


Ilustración 30 Procesamiento de Datos del Conteo Volumétrico  
Fuente: (AutoCAD Civil 3D, 2017)

Los porcentajes del conteo volumétrico se muestran en la tabla 120:

Tabla 120 Cantidad de Vehículos en cada Intersección

	TRAFICO EN LA INTERSECCIÓN	
Estación A	4328	39.29%
Estación B	4354	39.53%
Estación C	925	8.40%
Estación D	1408	12.78%
TOTAL	11015	100.00%

Estos porcentajes se pueden apreciar de mejor manera en la figura 73:



Figura 73 Porcentaje de Vehículos en cada Intersección

Para el caso de la intersección con la Vía a Monay, Baguanchi, Paccha, el conteo fue realizado el día Miércoles 27 de Septiembre del 2017 desde las 06:00 am hasta las 08:00 am, donde se encuentra la hora pico del tránsito de la vía en estudio (06h15 – 07h15); esta intersección es en Te (forma), donde no se encuentra ninguna señalización. La intersección cuenta con 6 aproximaciones 3 salidas y 3 entradas. Los datos procesados con los resultados obtenidos en todas las estaciones se presentan en la ilustración31:

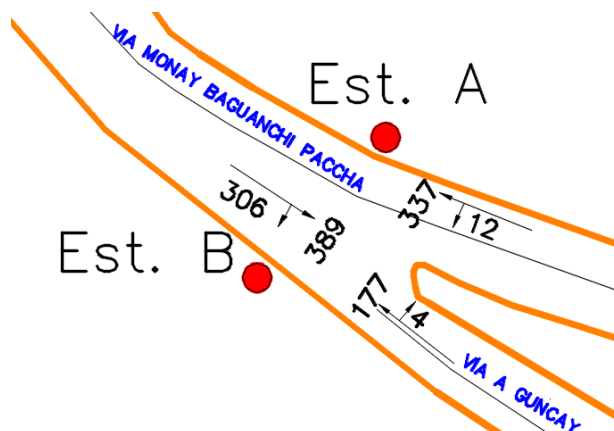


Ilustración 31 Procesamiento de Datos del Conteo Volumétrico  
Fuente: (AutoCAD Civil 3D, 2017)

Los porcentajes del conteo volumétrico se muestran en la tabla 121:

Tabla 121 Cantidad de Vehículos en cada Intersección

	TRAFICO EN LA INTERSECCIÓN	
ESTACIÓN A	353	28.82%
ESTACIÓN B	872	71.18%
TOTAL	1225	100.00%

Estos porcentajes se pueden apreciar de mejor manera en la figura 74:



Figura 74 Porcentaje de Vehículos en cada Intersección

Esta evaluación está orientada a mejorar el nivel de servicio de las intersecciones en estudio, para lo cual se tendrá que conocer el funcionamiento actual y proyectarlo al futuro al igual que al implementar un proyecto en las cercanías a la zona. Se buscará brindar una solución adecuada para mejorar el servicio a los usuarios que transitan por estas intersecciones.

### 6.1.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LAS INTERSECCIONES

Es necesario conocer la zona donde se encuentran las intersecciones que se van a evaluar, su zonas de expansión, así como los comerciales y edificaciones que existen en las mismas. Para el caso de la intersección con la vía a El Valle, a nivel general en este lugar tenemos en las cercanías 4 centros educativos, 3 de ellos ubicados prácticamente junto a la intersección y otro localizado aproximadamente a 200 metros de la misma. El sector pertenece al centro parroquial de El Valle, siendo esta la zona comercial de la parroquia, donde principalmente existen restaurantes, tiendas, bazares, ferreterías, cooperativas de ahorro y Crédito, panaderías. En el parque central se localiza la Iglesia de la parroquia y además en la vía en estudio, antes de llegar a la intersección, existe un estacionamiento de taxis así también se encuentra una parada de buses tanto para transporte urbano e interparroquiales. Es un área consolidada por lo que aquí se haya asentada la mayor cantidad de la población que vive en la parroquia de El Valle. En la ilustración 32 se puede apreciar de mejor manera la zona donde se encuentra ubicada la intersección:



Ilustración 32 Zonificación del área aledaña a la intersección

Fuente: (AutoCAD Civil 3D, 2017)

Para el caso de la intersección con la vía Monay, Baguanchi, Paccha, a nivel general no existen zonas destinadas al comercio ni instituciones educativas. Simplemente mencionar que en la vía Monay, Baguanchi, Paccha existe un estacionamiento de taxis así también se encuentra una parada de buses destinado para el transporte urbano. Esta zona es considerada como de expansión. En la ilustración 33 se puede apreciar de mejor manera la zona donde se encuentra ubicada la intersección:



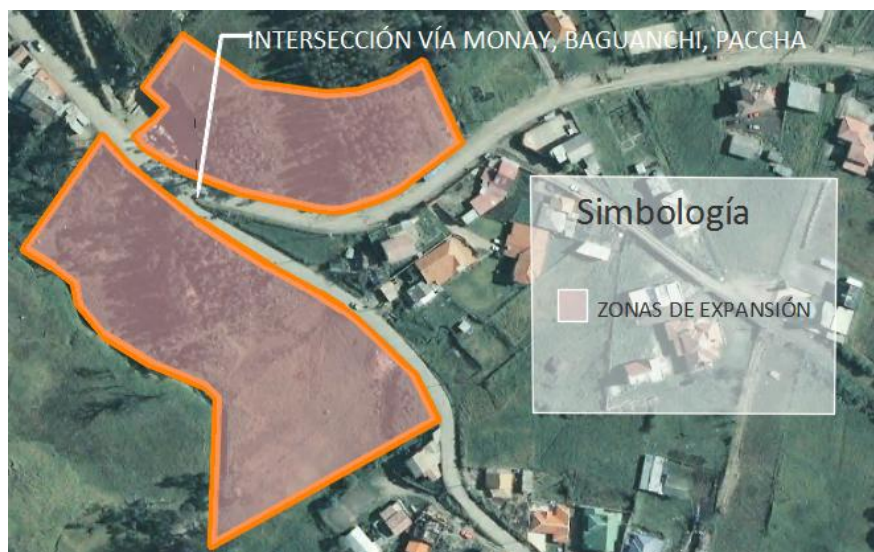


Ilustración 33 Zonificación del área aledaña a la intersección  
Fuente: (AutoCAD Civil 3D, 2017)

## 6.2 EVALUACIÓN DEL IMPACTO A LA CIRCULACIÓN Y FUNCIONALIDAD DE LA VÍA (INTERSECCIÓN VÍA A EL VALLE – VÍA A GUNCAY)

La intersección con la vía a El Valle si bien es cruz, existe una entrada junto a una institución educativa que hace que la misma adquiera una forma poco común. Para evitar este hecho se incorporará el tránsito de la misma al de la vía en estudio en porcentajes como se aprecia en la figura 75.

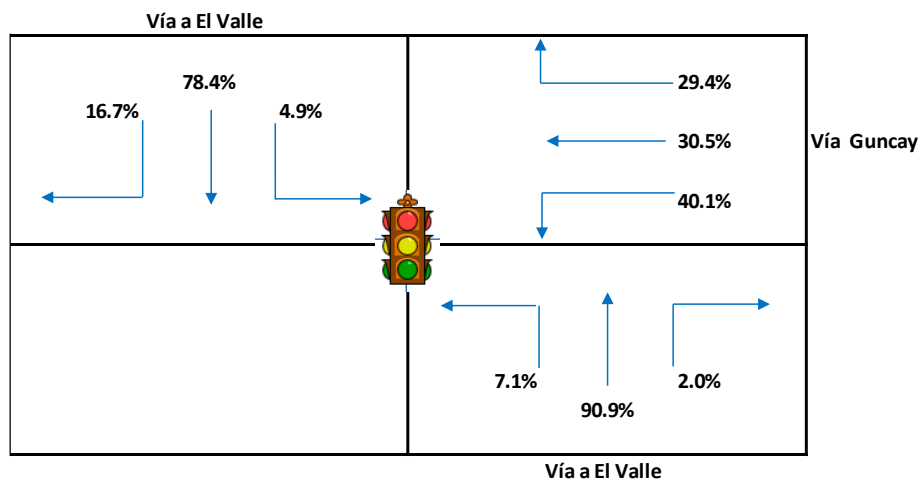


Figura 75 Porcentaje de Vehículos que giran en la intersección

Se determina los valores del factor de hora pico (FHP) y del volumen horario de diseño (VHD) y se establece la hora de mayor afluencia en cada una de las vías que forman esta intersección como se puede apreciar en las tablas 122, 123 y 124:



Tabla 122 FHP y VHD (Estación A)

HORA PICO	Veh/h (SIN 2 RUEDAS)	Max Veh/15 min (SIN 2 RUEDAS)	FHP parcial	Max Veh/h (SIN 2 RUEDAS)	Max FHP	VHD
6H00-7H00	164	65	0.631	452	0.962	470
6H15-7H15	243	102	0.596			
6H30-7H30	298	102	0.730			
6H45-7H45	309	102	0.757			
7H00-8H00	305	102	0.748			
7H15-8H15	288	87	0.828			
7H30-8H30	255	85	0.750			
7H45-8H45	264	85	0.776			
8H00-9H00	263	85	0.774			
8H15-9H15	246	68	0.904			
8H30-9H30	254	68	0.934			
8H45-9H45	266	76	0.875			
9H00-10H00	282	76	0.928			
9H15-10H15	292	78	0.936			
9H30-10H30	290	78	0.929			
9H45-10H45	283	78	0.907			
10H00-11H00	270	78	0.865			
10H15-11H15	259	69	0.938			
10H30-11H30	273	74	0.922			
10H45-11H45	278	74	0.939			
11H00-12H00	266	74	0.899			
11H15-12H15	257	74	0.868			
11H30-12H30	250	74	0.845			
11H45-12H45	260	84	0.774			
12H00-13H00	267	84	0.795			
12H15-13H15	276	84	0.821			
12H30-13H30	298	89	0.837			
12H45-13H45	289	89	0.812			
13H00-14H00	303	89	0.851			
13H15-14H15	287	89	0.806			
13H30-14H30	260	75	0.867			
13H45-14H45	235	72	0.816			
14H00-15H00	228	65	0.877			
15H15-15H15	245	68	0.901			
14H30-15H30	244	68	0.897			
14H45-15H45	247	68	0.908			
15H00-16H00	246	68	0.904			
15H15-16H15	240	64	0.938			
15H30-16H30	226	64	0.883			
15H45-16H45	260	87	0.747			
16H00-17H00	268	87	0.770			
16H15-17H15	272	87	0.782			
16H30-17H30	316	91	0.868			
16H45-17H45	309	91	0.849			
17H00-18H00	328	91	0.901			
17H15-18H15	342	91	0.940			
17H30-18H30	341	91	0.937			
17H45-18H45	350	91	0.962			
18H00-19H00	350	91	0.962			
18H15-19H15	380	110	0.864			
18H30-19H30	401	111	0.903			
18H45-19H45	425	113	0.940			
19H00-20H00	452	118	0.958			
19H15-20H15	432	118	0.915			
19H30-20H30	406	118	0.860			

Tabla 123 FHP y VHD (Estación B)

HORA PICO	Veh/h (SIN 2 RUEDAS)	Max Veh/15 min (SIN 2 RUEDAS)	FHP parcial	Max Veh/h (SIN 2 RUEDAS)	Max FHP	VHD
6H00-7H00	457	148	0.772	482	0.967	498
6H15-7H15	474	148	0.801			
6H30-7H30	464	138	0.841			
6H45-7H45	482	138	0.873			
7H00-8H00	470	138	0.851			
7H15-8H15	446	138	0.808			
7H30-8H30	389	135	0.720			
7H45-8H45	339	93	0.911			
8H00-9H00	311	85	0.915			
8H15-9H15	306	85	0.900			
8H30-9H30	283	85	0.832			
8H45-9H45	252	75	0.840			
9H00-10H00	247	75	0.823			
9H15-10H15	238	66	0.902			
9H30-10H30	251	71	0.884			
9H45-10H45	257	71	0.905			
10H00-11H00	263	71	0.926			
10H15-11H15	255	71	0.898			
10H30-11H30	246	66	0.932			
10H45-11H45	253	67	0.944			
11H00-12H00	249	67	0.929			
11H15-12H15	259	68	0.952			
11H30-12H30	263	68	0.967			
11H45-12H45	283	87	0.813			
12H00-13H00	314	93	0.844			
12H15-13H15	321	93	0.863			
12H30-13H30	311	93	0.836			
12H45-13H45	285	93	0.766			
13H00-14H00	263	75	0.877			
13H15-14H15	241	71	0.849			
13H30-14H30	257	72	0.892			
13H45-14H45	277	81	0.855			
14H00-15H00	261	81	0.806			
15H15-15H15	269	81	0.830			
14H30-15H30	259	81	0.799			
14H45-15H45	245	67	0.914			
15H00-16H00	254	67	0.948			
15H15-16H15	266	73	0.911			
15H30-16H30	264	73	0.904			
15H45-16H45	262	73	0.897			
16H00-17H00	267	73	0.914			
16H15-17H15	276	82	0.841			
16H30-17H30	278	82	0.848			
16H45-17H45	300	87	0.862			
17H00-18H00	301	87	0.865			
17H15-18H15	300	87	0.862			
17H30-18H30	287	87	0.825			
17H45-18H45	264	81	0.815			
18H00-19H00	247	81	0.762			
18H15-19H15	229	64	0.895			
18H30-19H30	228	64	0.891			
18H45-19H45	210	63	0.833			
19H00-20H00	202	63	0.802			
19H15-20H15	176	48	0.917			
19H30-20H30	173	46	0.940			

Tabla 124 FHP y VHD (Estación C y D)

HORA PICO	Veh/h (SIN 2 RUEDAS)	Max Veh/15 min (SIN 2 RUEDAS)	FHP parcial	Max Veh/h (SIN 2 RUEDAS)	Max FHP	VHD
<b>6H00-7H00</b>	117	46	0.636	177	0.983	180
6H15-7H15	161	52	0.774			
6H30-7H30	165	52	0.793			
6H45-7H45	164	52	0.788			
<b>7H00-8H00</b>	146	52	0.702			
7H15-8H15	137	43	0.797			
7H30-8H30	132	43	0.767			
7H45-8H45	124	43	0.721			
<b>8H00-9H00</b>	124	43	0.721			
8H15-9H15	118	37	0.797			
8H30-9H30	115	37	0.777			
8H45-9H45	120	37	0.811			
<b>9H00-10H00</b>	118	37	0.797			
9H15-10H15	100	29	0.862			
9H30-10H30	101	29	0.871			
9H45-10H45	101	29	0.871			
<b>10H00-11H00</b>	99	29	0.853			
10H15-11H15	100	29	0.862			
10H30-11H30	101	29	0.871			
10H45-11H45	99	28	0.884			
<b>11H00-12H00</b>	104	29	0.897			
11H15-12H15	108	29	0.931			
11H30-12H30	113	33	0.856			
11H45-12H45	118	33	0.894			
<b>12H00-13H00</b>	138	49	0.704			
12H15-13H15	151	49	0.770			
12H30-13H30	146	49	0.745			
12H45-13H45	146	49	0.745			
<b>13H00-14H00</b>	124	37	0.838			
13H15-14H15	126	39	0.808			
13H30-14H30	129	39	0.827			
13H45-14H45	120	39	0.769			
<b>14H00-15H00</b>	124	39	0.795			
15H15-15H15	107	31	0.863			
14H30-15H30	113	37	0.764			
14H45-15H45	116	37	0.784			
<b>15H00-16H00</b>	113	37	0.764			
15H15-16H15	114	37	0.770			
15H30-16H30	107	30	0.892			
15H45-16H45	104	30	0.867			
<b>16H00-17H00</b>	100	30	0.833			
16H15-17H15	106	30	0.883			
16H30-17H30	108	32	0.844			
16H45-17H45	127	42	0.756			
<b>17H00-18H00</b>	148	45	0.822			
17H15-18H15	164	45	0.911			
<b>17H30-18H30</b>	177	45	0.983			
17H45-18H45	175	45	0.972			
<b>18H00-19H00</b>	172	45	0.956			
18H15-19H15	152	45	0.844			
18H30-19H30	140	42	0.833			
18H45-19H45	130	42	0.774			
<b>19H00-20H00</b>	120	33	0.909			
19H15-20H15	116	33	0.879			
19H30-20H30	100	32	0.781			

La caracterización del tráfico se muestra en la figura 76:

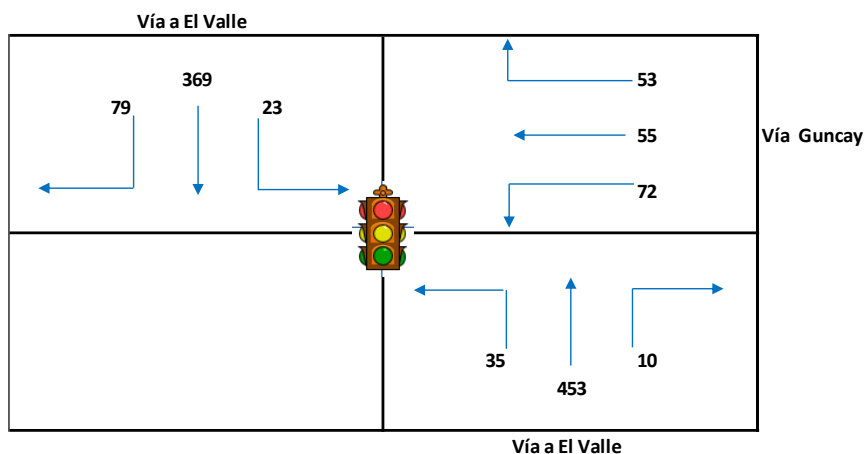


Figura 76 Caracterización del tráfico en la intersección

La evaluación de la intersección sirve para determinar su estado actual y futuro, una vez propuesto el mejoramiento de la vía Centro Parroquial, Santa Catalina, El Despacho, Santa Sofía y Guncay, ya que la esta servirá como un reductor del tráfico existente en la actualidad en la vía a El Valle, así como para poder enlazar a la parroquia de El Valle con la parroquia de Pacha.

### 6.3 NIVELES DE SERVICIO Y EVALUACIÓN DE LA INTERSECCIÓN (INTERSECCIÓN VÍA A EL VALLE – VÍA A GUNCAY)

Para determinar el nivel de servicio es necesario conocer primero la saturación de las vías que fluyen a la intersección.

Para el cálculo de la saturación se emplea la ecuación 63:

$$S = S_b(N)(f_w)(f_{HV})(f_g)(f_p)(f_{bb})(f_a)(f_{LU})(f_{LT})(f_{RT})$$

Ecuación 63 Cálculo del flujo de saturación  
Fuente: (HCM, 2000)

Donde:

S: flujo de Saturación Real del grupo de carriles (veh/hora de verde).

$S_b$ : flujo de saturación Básico por carril (1900 veh ligero/hora de verde – carril).

N: número de carriles del grupo de carriles.

$f_w$ : factor de ajuste por ancho de carriles.

$f_{HV}$ : factor de ajuste por vehículos pesados.

$f_g$ : factor de ajuste por pendiente de acceso.

$f_p$ : factor de ajuste por estacionamiento adyacente al grupo de carriles.

$f_{bb}$ : factor de ajuste por bloqueo de buses que paran en el área de la intersección.

$f_a$ : factor de ajuste por el tipo de área.

$f_{LU}$ : factor de ajuste por utilización de carriles



$f_{LT}$ : factor de ajuste por vueltas a la izquierda.

$f_{RT}$ : factor de ajuste por vueltas a la derecha.

Para el cálculo del factor  $f_w$  se emplea la ecuación 64:

$$f_w = 1 + \frac{(W - 3.6)}{9}$$

Ecuación 64 Cálculo del factor  $f_w$

Fuente: (HCM, 2000)

Donde:

W: ancho de carril.

Para el cálculo del factor  $f_{HV}$  se aplica la ecuación 65:

$$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(E_T - 1)}$$

Ecuación 65 Cálculo del factor  $f_{HV}$

Fuente: (HCM, 2000)

Donde:

HV: porcentaje de vehículos pesados.

$E_T$ : 2 (según HCM).

Para el cálculo del factor  $f_g$  se utiliza la ecuación: 66

$$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$$

Ecuación 66 Cálculo del factor  $f_g$

Fuente: (HCM, 2000)

Donde:

G: gradiente de la vía.

Para el cálculo del factor  $f_p$  al no existir parqueo el valor es igual a 1 (HCM, 2000).

Para el cálculo del factor  $f_{bb}$  se emplea la ecuación 67:

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_B}{3600}}{N}$$

Ecuación 67 Cálculo del factor  $f_g$

Fuente: (HCM, 2000)

Donde:

N: número de carriles en el grupo.

$N_B$ : número de buses que paran por hora.

Para el cálculo del factor  $f_a$  al no ser un área céntrica de la ciudad el valor es igual a 1 (HCM, 2000).

Para el cálculo del factor  $f_{LU}$  se emplea la ecuación 68:

$$f_{LU} = \frac{V_g}{(V_{g1}N)}$$

Ecuación 68 Cálculo del factor  $f_{LU}$

Fuente: (HCM, 2000)

Donde:

$V_g$ : Tasa de flujo de demanda no ajustada del grupo de carril.

$V_{g1}$ : Tasa de flujo de demanda no ajustada del carril con el volumen más alto.

$N$ : número de carriles por grupo.

Para el cálculo del factor  $f_{LT}$  se aplica la ecuación 69:

$$f_{LT} = \frac{1}{1.0 + 0.05P_{LT}}$$

Ecuación 69 Cálculo del factor  $f_{LT}$

Fuente: (HCM, 2000)

Donde:

$P_{LT}$ : proporción de vueltas a la izquierda en el grupo de carriles.

Para el cálculo del factor  $f_{RT}$  se emplea la ecuación 70:

$$f_{RT} = 1 - 0.15P_{RT}$$

Ecuación 70 Cálculo del factor  $f_{RT}$

Fuente: (HCM, 2000)

Donde:

$P_{RT}$ : Proporción de vueltas a la derecha en el grupo de carriles.

Los resultados de la saturación se muestran en las tablas 125, 126 y 127:

Tabla 125 Saturación vía a El Valle sentido (N-S)

Vía Al Valle (N-S)	
$S_b =$	1900.00
$N =$	1.00
$f_w =$	0.88
$f_{HV} =$	1.00
$f_g =$	1.00
$f_p =$	1.00
$f_{bb} =$	0.98
$f_a =$	1.00
$f_{LU} =$	1.00
$f_{LT} =$	1.00
$f_{RT} =$	0.97
$S =$	1596

**Tabla 126 Saturación vía a El Valle sentido (S-N)**

Vía al Valle (S-N)	
$S_b =$	1900.00
$N =$	1.00
$f_W =$	0.84
$f_{HV} =$	1.00
$f_g =$	1.00
$f_p =$	1.00
$f_{bb} =$	0.98
$f_a =$	1.00
$f_{LU} =$	1.00
$f_{LT} =$	1.00
$f_{RT} =$	1.00
$S =$	1554

**Tabla 127 Saturación vía Centro parroquial, Guncay (E-O)**

Vía Centro Parroquial, Guncay	
$S_b =$	1900.00
$N =$	1.00
$f_W =$	0.90
$f_{HV} =$	1.00
$f_g =$	1.00
$f_p =$	1.00
$f_{bb} =$	0.98
$f_a =$	1.00
$f_{LU} =$	1.00
$f_{LT} =$	0.98
$f_{RT} =$	0.96
$S =$	1584

Una vez obtenido la saturación se determina el ciclo óptimo del semáforo mediante la ecuación 71:

$$C_o = (1.5 L + 5) / (1 - Y)$$

Ecuación 71 Cálculo del ciclo óptimo del semáforo  
Fuente: (HCM, 2000)

Donde:

$C_o$ : Duración del ciclo óptimo (segundos).

$L$ : Tiempo total perdido durante un ciclo que consiste en el tiempo acción-reacción menos la porción de ámbar usada por los choferes (típico entre 3 y 4 segundos).

$Y$ : corresponde a la relación entre el volumen horario y la saturación.

Realizado los cálculos se tiene un  $C_o$  de 40.92seg aunque se puede asumir un ciclo óptimo entre  $\pm 30\% C_o$ , dando un rango entre  $29 < C_o < 53$ , se evaluará con el ciclo actual tomado en campo siendo este de 73 seg.

Para el análisis de la capacidad se obtiene empleando la ecuación 72:

$$C_i = s_i g_i / C$$

Ecuación 72 Capacidad de acercamiento  
Fuente: (HCM, 2000)





Donde:

Ci: capacidad de acercamiento "i", veh/ln.

si: flujo de saturación prevalente "i".

gi: Tiempo de verde para el grupo "i".

C: Longitud del ciclo del semáforo.

Se requiere así mismo el grado de Saturación X para el acercamiento "i" mediante la ecuación 73:

$$X_i = V_i / C_i$$

Ecuación 73 Grado de saturación  
Fuente: (HCM, 2000)

Donde:

Vi: volumen en hora punta reajustado "i", medido en campo.

Ci: Capacidad del grupo "i".

Para el cálculo de las demoras se emplean las ecuaciones 74, 75 y 76:

$$d_1 = 0.38C \frac{\left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - \left(\frac{g}{C}\right)X}$$

Ecuación 74 Cálculo de demoras (d1)  
Fuente: (HCM, 2000)

$$d_2 = 173X^2 \left[ X - 1 + \sqrt{(X - 1)^2 + 16 \frac{X}{c}} \right]$$

Ecuación 75 Cálculo de demoras (d2)  
Fuente: (HCM, 2000)

$$DT_i = PF_i(d_{1i} + d_{2i})$$

Ecuación 76 Cálculo de demoras (DT)  
Fuente: (HCM, 2000)

Donde:

DTi: demora total del grupo de acercamiento.

PFi: factor de progresión para el grupo "i" que refleja la condición de llegada de vehículos. Si los vehículos llegan cuando está en rojo, PF>1.0. Llegadas aleatorias=1.0. Llegadas en verde PF<1.0.

En la tabla 128 y figuras 77, 78 se muestran los niveles de servicio determinados para la intersección en estudio en su ciclo actual:

Tabla 128 Cálculo del nivel de servicio de la intersección (año 2017)

Acercamiento	Carril	Fase	v	s	v/s	g	Co	c = s g/Co	X = v/c	d1	d2	PF	DT carril	NdS carril	v x DT carril	DT interseccion	NdS interseccion
Vía a El Valle (N-S)	DIF	A	470.08	1596.49	0.29	46.03	73.00	1006.56	0.47	5.37	0.26	1.00	5.63	A	2646.35	7.42	A
Vía a El Valle (S-N)	DIF	A	498.49	1553.93	0.32	46.03	73.00	979.72	0.51	5.58	0.38	1.00	5.95	A	2967.25		
Vía a Guncay (E-O)	DIF	B	180.00	1583.91	0.11	21.02	73.00	455.97	0.39	15.87	0.31	1.00	16.18	B	2911.82		

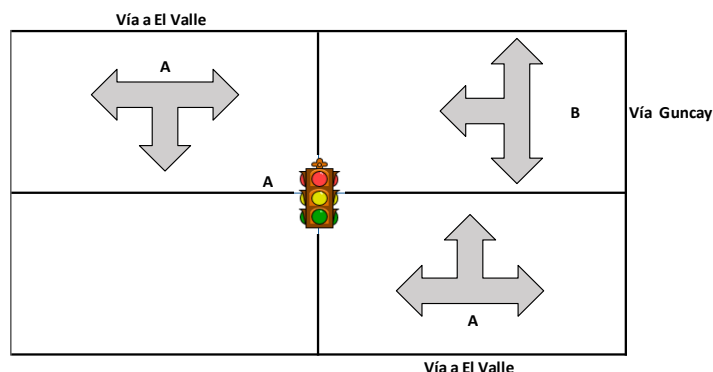


Figura 77 Nivel de servicio de la intersección (año 2017)




Figura 78 Esquema del ciclo semafórico (año 2017)

En la tabla 129, como verificación de los resultados obtenidos se procede a simular en el programa Synchro 8 determinando su nivel de servicio:

Tabla 129 Cálculo de intersección mediante programa Synchro 8 (año 2017)

Fuente: (Husch, Albeck, & Trafficware, 2006)

3: Vía a El Valle & Vía a Guncay													3: Vía a El Valle & Vía a Guncay												
1/9/2018													1/9/2018												
Lane Group	WBL	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL2	SBT	SBR	SWL	SWT	SWR		Lane Group	WBL	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL2	SBT	SBR	SWL	SWT	SWR	
Lane Configurations	W	W	N	N	N	2	2	2	2	2	2		Lane Configurations	W	W	N	N	N	2	2	2	2	2	2	
Volume (vph)	115	59	35	453	10	23	379	79	39	31	30		Control Delay	23.1			12.9		9.8		9.8			16.0	
Ideal Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900		Queue Delay	0.0			0.0		0.0		0.0			0.0	
Lane Width (m)	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8		Total Delay	23.1			12.9		9.8		9.8			16.0	
Grade (%)	0%			6%			-6%			-2%			LOS	C			B		A		A			B	
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		Approach Delay	23.1			12.9		9.8		9.8			16.0	
Ft	0.554			0.907			0.978			0.959			Approach LOS	C			B		A		A			B	
Fit Protected	0.968			0.997			0.998			0.981			Stops (vph)	133			301		244		55			55	
Satd. Flow (prot)	1950	0	0	1437	0	0	1609	0	0	1888	0		Fuel Used(l)	7			15		14		3			3	
Fit Permitted	0.968			0.948			0.981			0.981			CO Emissions (g/hr)	133			286		267		62			62	
Satd. Flow (perm)	1950	0	0	1367	0	0	1561	0	0	1888	0		NOx Emissions (g/hr)	26			56		52		12			12	
Right Turn on Red							Yes				Yes		VOC Emissions (g/hr)	31			66		62		14			14	
Satd. Flow (RTOR)							26			30			Dilemma Vehicles (#)	0			0		0		0			0	
Link Speed (km/h)	50			50			50			50			Queue Length 50th (m)	21.7			42.9		35.2		8.5			8.5	
Link Distance (m)	68.6			80.5			117.5			91.8			Queue Length 95th (m)	38.6			74.8		59.1		20.2			20.2	
Travel Time (s)	4.9			5.8			8.5			6.6			Internal Link Dist (m)	44.6			56.5		93.5		67.8			67.8	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92		Turn Bay Length (m)												
Heavy Vehicles (%)	2%	2%	6%	17%	30%	5%	19%	3%	13%	5%	6%		Base Capacity (vph)	548			852		983		552			552	
Bus Stoppages (veh)	0	0	0	38	0	0	35	0	0	0	0		Starvation Cap Reductn	0			0		0		0			0	
Adj. Flow (vph)	125	64	38	492	11	25	412	86	42	34	33		Spillback Cap Reductn	0			0		0		0			0	
Shared Lane Traffic (%)													Storage Cap Reductn	0			0		0		0			0	
Lane Group Flow (vph)	189	0	0	541	0	0	523	0	0	109	0		Reduced v/c Ratio	0.34			0.63		0.53		0.20			0.20	
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No		<b>Intersection Summary</b>												
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right	Left	Left	Right		Area Type: Other												
Median Width(m)	4.8			0.0			0.0			0.0			Cycle Length: 73												
Link Offset(m)	0.0			0.0			0.0			0.0			Activated Cycle Length: 73												
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8			4.8			4.8			Offset: 0 (0%), Referenced to phase 2-NBTL and 6-SBTL, Start of Green												
Two way Left Turn Lane													Natural Cycle: 55												
Headway Factor	0.85	0.85	0.88	1.17	0.88	0.81	0.99	0.81	0.84	0.84	0.84		Control Type: Pretimed												
Turning Speed (km/h)	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	15		Maximum v/c Ratio: 0.63												
Turn Type	NA	Perm	NA	Perm	NA	Perm	NA	Perm	NA	Perm	NA		Intersection Signal Delay: 13.3												
Protected Phases	8			2			6			8	8		Intersection Capacity Utilization 62.4%												
Permitted Phases													ICU Level of Service B												
Minimum Split (s)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0		Analysis Period (min) 15												
Total Split (s)	24.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0		Phase conflict between lane groups												
Total Split (%)	32.9%	67.1%	67.1%	67.1%	67.1%	67.1%	67.1%	67.1%	67.1%	67.1%	67.1%		<b>Splits and Phases: 3: Vía a El Valle &amp; Vía a Guncay</b>												
Maximum Green (s)	20.5	45.5	45.5	45.5	45.5	45.5	45.5	45.5	45.5	45.5	45.5														
Yellow Time (s)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0														
All-Red Time (s)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5														
Lost Time Adjust (s)	0.0			0.0			0.0			0.0	0.0														
Total Lost Time (s)	3.5			3.5			3.5			3.5	3.5														
Lead/Lag																									
Lead-Lag Optimize?																									
Walk Time (s)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0														
Flash Don't Walk (s)	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0														
Pedestrian Calls (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
Act Eff Green (s)	20.5			45.5			45.5			20.5	20.5														
Activated g/C Ratio	0.28			0.62			0.62			0.28	0.28														
v/c Ratio	0.34			0.63			0.53			0.20	0.20														

Las figuras 79 y 80 muestran en nivel de servicio y una visión en 3d de como está dispuesta la intersección en estudio:



Figura 79 Nivel de servicio de la intersección (año 2017)  
Fuente: (Husch, Albeck, & Trafficware, 2006)



Figura 80 Esquema de la intersección vista en 3D (año 2017)  
Fuente: (Husch, Albeck, & Trafficware, 2006)

Como se puede apreciar los resultados muestran que la intersección presenta un nivel de servicio B en la actualidad. Si bien difiere con el calculado mediante la hoja de cálculo Excel (NDS: A), esto debido a que la intersección presenta una forma particular que en el programa Synchro 8 pudo trazarse, pero en la hoja de cálculo únicamente se asumió como una intersección en cruz puesto que solo existe 2 fases. Por lo que se verifica de esta manera los resultados obtenidos en la hoja de cálculo.

Ahora se optimizará el ciclo de semáforo para mejorar el nivel de servicio. En la tabla 130 y figuras 81, 82 se muestran los niveles de servicio determinados para la intersección en estudio en su ciclo optimizado:

Tabla 130 Cálculo del nivel de servicio de la intersección (año 2017 optimizado)

Acercamiento	Carril	Fase	v	s	v/s	g	Co	c = s g/Co	X = v/c	d1	d2	PF	DT carril	NdS carril	v x DT carril	DT interseccion	NdS interseccion
Vía a El Valle (N-S)	DIF	A	470.08	1596.49	0.29	32.00	50.00	1021.76	0.46	3.49	0.24	1.00	3.73	A	1754.73	5.31	A
Vía a El Valle (S-N)	DIF	A	498.49	1553.93	0.32	32.00	50.00	994.51	0.50	3.63	0.35	1.00	3.97	A	1981.02		
Vía a Guncay (E-O)	DIF	B	180.00	1583.91	0.11	12.00	50.00	380.14	0.47	12.38	0.72	1.00	13.10	B	2358.52		

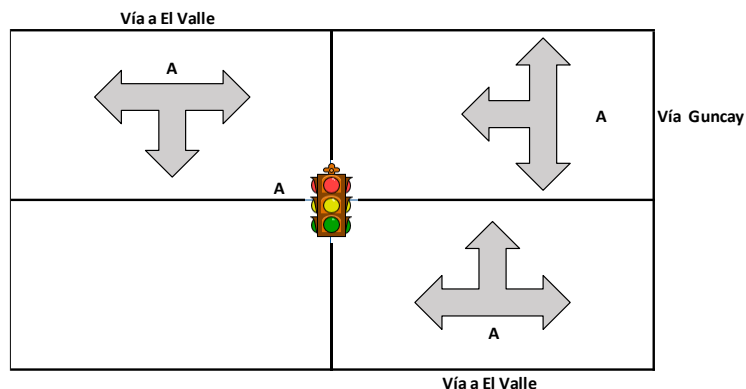


Figura 81 Nivel de servicio de la intersección (año 2017 optimizado)



Figura 82 Esquema del ciclo semafórico (año 2017 optimizado)

De igual manera se hará proyecciones cada 5 años para ver cómo se comporta la intersección durante estos períodos:

Para el año 2022. En la tabla 131 y figuras 83, 84 se muestran los niveles de servicio determinados para la intersección en estudio:

Tabla 131 Cálculo del nivel de servicio de la intersección (año 2022)

Acercamiento	Carril	Fase	v	s	v/s	g	Co	c = s g/Co	X = v/c	d1	d2	PF	DT carril	NdS carril	v x DT carril	DT interseccion	NdS interseccion
Vía a El Valle (N-S)	DIF	A	555.08	1596.49	0.35	69.00	100.00	1101.58	0.50	5.60	0.32	1.00	5.92	A	3285.99	9.23	A
Vía a El Valle (S-N)	DIF	A	588.63	1553.93	0.38	69.00	100.00	1072.21	0.55	5.88	0.47	1.00	6.35	A	3736.34		
Vía a Guncay (E-O)	DIF	B	212.55	1583.91	0.13	25.00	100.00	395.98	0.54	24.69	1.14	1.00	25.83	C	5489.39		

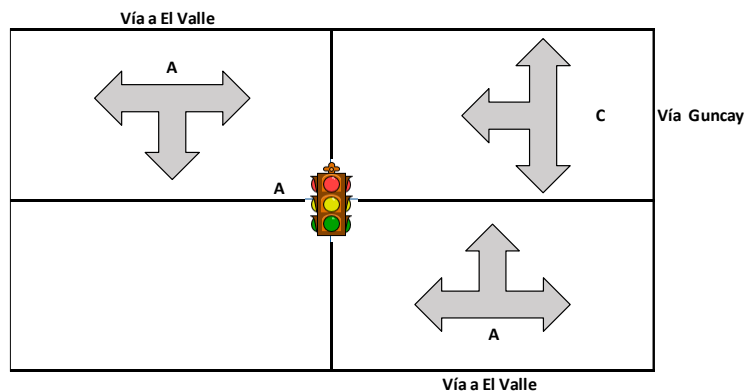


Figura 83 Nivel de servicio de la intersección (año 2022)



Figura 84 Esquema del ciclo semafórico (año 2022)

Para el año 2027. En la tabla 132 y figuras 85, 86 se muestran los niveles de servicio determinados para la intersección en estudio:

Tabla 132 Cálculo del nivel de servicio de la intersección (año 2027)

Acercamiento	Carril	Fase	v	s	v/s	g	Co	c = s g/Co	X = v/c	d1	d2	PF	DT carril	NdS carril	v x DT carril	DT interseccion	NdS interseccion
Vía a El Valle (N-S)	DIF	A	632.98	1596.49	0.40	512.00	700.00	1167.72	0.54	31.79	0.41	1.00	32.20	C	20381.81	55.31	E
Vía a El Valle (S-N)	DIF	A	671.24	1553.93	0.43	512.00	700.00	1136.59	0.59	33.78	0.61	1.00	34.38	C	23078.70		
Vía a Guncay (E-O)	DIF	B	242.38	1583.91	0.15	182.00	700.00	411.82	0.59	171.98	1.61	1.00	173.59	F	42074.08		

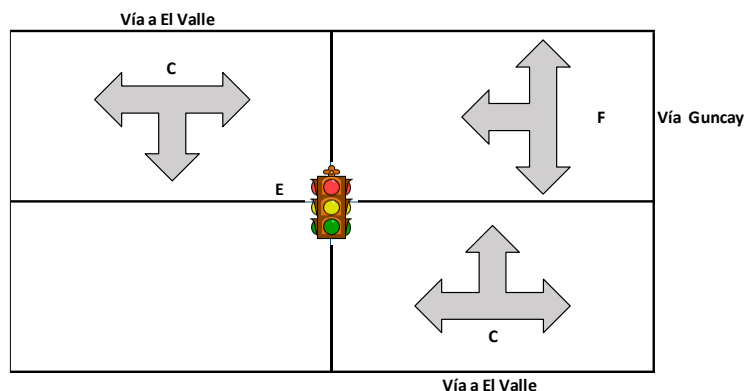


Figura 85 Nivel de servicio de la intersección (año 2027)



Figura 86 Esquema del ciclo semafórico (año 2027)

Como se puede apreciar, para ese período el nivel de servicio es E así como los tiempos de demora por ciclo son demasiado largos, por lo que se deberá plantearse otra alternativa de mejora en la intersección.

Ahora se plantea la construcción de un proyecto como por ejemplo un centro comercial, centro educativo o un hospital en la zona y así obtener el nivel de servicio, a sabiendas que con la incorporación de dicho proyecto incrementará el tránsito de la zona.

Para ello se asume un tráfico pasante equivalente al 30% del tráfico en la intersección y el 70% restante corresponderá al nuevo tráfico que se presentará en la intersección.

De lo antes dicho se asumirá en base a otros estudios realizados un tráfico que ingrese a la intersección de 300 vehículos y que salga de la misma de 200 vehículos repartidos según la tabla 133:

Tabla 133 Tráfico generado a partir de un proyecto que ingresa y sale de la intersección

	PASANTE	NUEVO
ENTRA	90	210
SALE	60	140

De lo antes expuesto se determinan los porcentajes del tráfico en la intersección y con esto se encuentra un tráfico generado a partir del proyecto en la intersección como se muestra en las figuras 87 y 88:

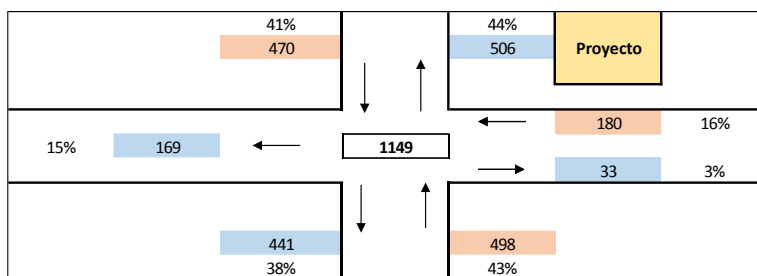


Figura 87 Porcentaje tráfico

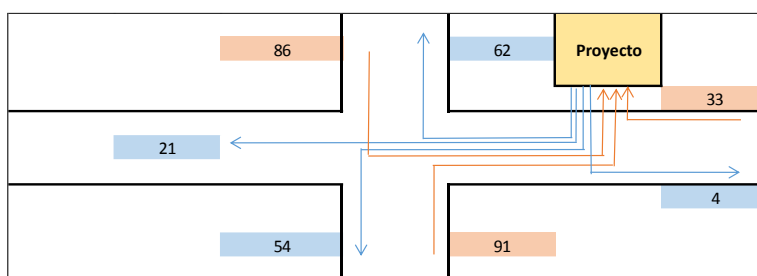


Figura 88 Tráfico nuevo generado a partir del proyecto

Los volúmenes de tráfico que se muestran en la figura a continuación, son los que actualmente presenta la intersección. A estos volúmenes se les agrego el tráfico nuevo que entra y sale generado por la inclusión del proyecto y que incrementa los volúmenes vehiculares que ingresan a la intersección.

Los volúmenes de tráfico que entran y salen del proyecto se consideran constantes para los años 2017, 2022 y 2027 partiendo de la hipótesis que las condiciones (capacidad, número de locales, etc.) no variarán con los años. La figura 89 muestra el volumen de tránsito en esta intersección:

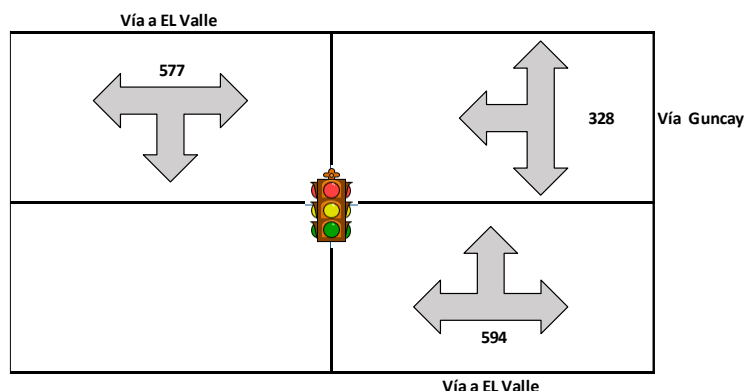


Figura 89 Volumen de tráfico a partir del nuevo proyecto

En la tabla 134 y figuras 90, 91, se muestran los niveles de servicio para el año 2017 determinados en la intersección en estudio a partir del nuevo proyecto:

Tabla 134 Cálculo del nivel de servicio de la intersección a partir de nuevo proyecto (año 2017)

Acercamiento	Carril	Fase	v	s	v/s	g	Co	c = s g/Co	X = v/c	d1	d2	PF	DT carril	NdS carril	v x DT carril	DT interseccion	NdS interseccion
Vía a El Valle (N-S)	DIF	A	576.59	1596.49	0.36	178.00	280.00	1014.91	0.57	22.10	0.57	1	22.67	C	13073.63	31.08	C
Vía a El Valle (S-N)	DIF	A	593.66	1553.93	0.38	178.00	280.00	987.85	0.60	22.85	0.75	1	23.60	C	14010.07		
Vía a Guncay (E-O)	DIF	B	328.33	1583.91	0.21	96.00	280.00	543.05	0.60	57.96	1.39	1	59.35	E	19485.88		

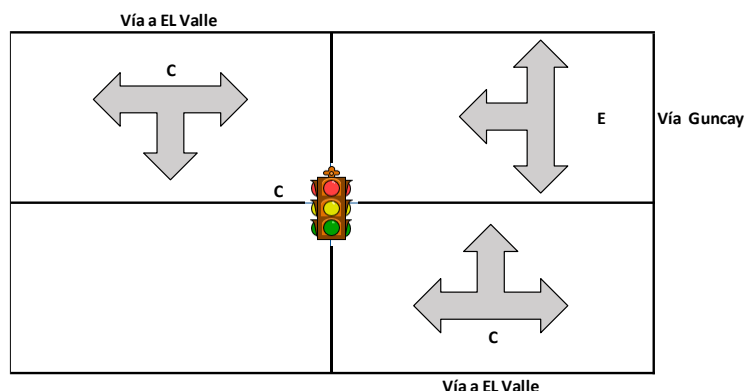


Figura 90 Nivel de servicio de la intersección a partir de nuevo proyecto (año 2017)



Figura 91 Esquema del ciclo semafórico a partir de nuevo proyecto (año 2017)

Como se puede apreciar, incorporando un proyecto, la intersección presenta un nivel de servicio C, y los tiempos de demora por ciclo son demasiado largos (280s), por lo que se deberá realizar una propuesta de mejoramiento a la misma sea esta un paso deprimido o ampliaciones en caso de presentarse una situación como estas.

La tabla 135 presenta resumen de los niveles de servicio con y sin proyecto:

Tabla 135 Comparación de los niveles de servicio con y sin proyecto

RESUMEN DE NIVELES DE SERVICIO (TIEMPO DE DEMORA) CON Y SIN PROYECTO		
AÑO	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
2017	A (5.31)	C (31.08)
2022	A (9.23)	-
2027	E (55.31)	-

#### 6.4 NIVELES DE SERVICIO Y EVALUACIÓN DE LA INTERSECCIÓN (INTERSECCIÓN VÍA MONAY , BAGUANCHI PACCHA – VÍA A GUNCAY)

Para este caso, al ser una intersección que no presenta mayor inconveniente con el tránsito, se evaluará como funciona en la actualidad mediante el programa SYNCHRO 8 en base a los conteos efectuados (ver anexo 3). Para ello determinamos inicialmente el volumen horario de diseño que se muestra en las tablas 136, 137 y 138:

Tabla 136 FHP y VHD (Estación A)

HORA PICO	Veh/h (SIN 2 RUEDAS)	Max Veh/15 min (SIN 2 RUEDAS)	FHP parcial	Max Veh/h (SIN 2 RUEDAS)	Max FHP	VHD
6H00-7H00	191	50	0.955	191	0.955	200
6H15-7H15	180	50	0.900			
6H30-7H30	172	50	0.860			
6H45-7H45	168	47	0.894			
7H00-8H00	147	46	0.799			
7H15-8H15	108	46	0.587			
7H30-8H30	72	46	0.391			
7H45-8H45	26	26	0.250			



Tabla 137 FHP y VHD (Estación B)

HORA PICO	Veh/h (SIN 2 RUEDAS)	Max Veh/15 min (SIN 2 RUEDAS)	FHP parcial	Max Veh/h (SIN 2 RUEDAS)	Max FHP	VHD
6H00-7H00	296	78	0.949	370	0.949	390
6H15-7H15	302	84	0.899			
6H30-7H30	316	91	0.868			
6H45-7H45	348	100	0.870			
7H00-8H00	370	100	0.925			
7H15-8H15	286	100	0.715			
7H30-8H30	195	100	0.488			
7H45-8H45	95	95	0.250			

Tabla 138 FHP y VHD (Estación C)

HORA PICO	Veh/h (SIN 2 RUEDAS)	Max Veh/15 min (SIN 2 RUEDAS)	FHP parcial	Max Veh/h (SIN 2 RUEDAS)	Max FHP	VHD
6H00-7H00	98	31	0.790	106	0.855	124
6H15-7H15	106	31	0.855			
6H30-7H30	102	31	0.823			
6H45-7H45	89	29	0.767			
7H00-8H00	79	29	0.681			
7H15-8H15	50	21	0.595			
7H30-8H30	29	18	0.403			
7H45-8H45	11	11	0.250			

Con estos valores obtenemos los porcentajes y la distribución de tránsito en la intersección como se puede apreciar en las figura 92 y 93:

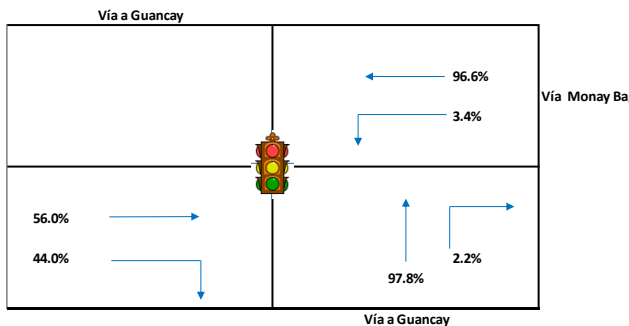


Figura 92 Porcentajes de tránsito en la intersección

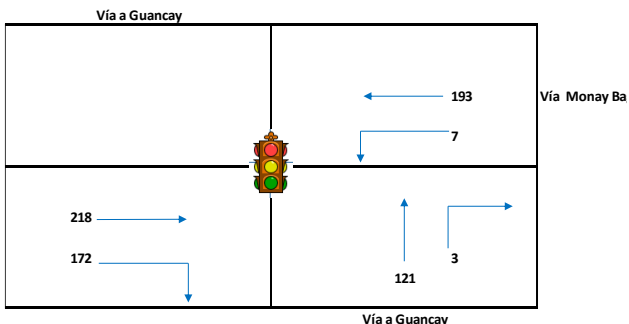


Figura 93 Distribución de tránsito en la intersección

Se ingresa estos datos al programa Synchro 8 (figura 94) y se obtienen los resultados mostrados en la tabla 139, sabiendo que la intersección cuenta con un paso restringido (sin semáforo):









Figura 94 Simulación en el programa Synchro 8  
Fuente: (Husch, Albeck, & Trafficware, 2006)

Tabla 139 Cálculo de intersección mediante programa Synchro 8  
Fuente: (Husch, Albeck, & Trafficware, 2006)

2: Vía Guncay & Vía Monay Baguanchi

1/10/2018

Lane Group	EBT	EBR	WBL	WBT	NWL	NWR
Lane Configurations						
Volume (vph)	218	172	7	193	121	3
Ideal Flow (vophpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	4.8	4.8	4.8	4.8	3.2	3.2
Grade (%)	-3%			3%	-4%	
Lane Util. Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Frt	0.940				0.997	
Flt Protected				0.998	0.953	
Satd. Flow (prot)	1910	0	0	1852	1602	0
Flt Permitted				0.998	0.953	
Satd. Flow (perm)	1910	0	0	1852	1602	0
Link Speed (k/h)	50			50	50	
Link Distance (m)	123.4			241.5	154.4	
Travel Time (s)	8.9			17.4	11.1	
Peak Hour Factor	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Heavy Vehicles (%)	5%	5%	2%	10%	10%	2%
Bus Blockages (#/hr)	6	0	0	10	0	0
Shared Lane Traffic (%)						
Lane Group Flow (vph)	424	0	0	218	135	0
Enter Blocked Intersection	No	No	No	No	No	No
Lane Alignment	Left	Right	Left	Left	Left	Right
Median Width(m)	0.0			0.0	3.2	
Link Offset(m)	0.0			0.0	0.0	
Crosswalk Width(m)	4.8			4.8	4.8	
Two way Left Turn Lane						
Headway Factor	0.86	0.83	0.86	0.91	1.03	1.03
Turning Speed (k/h)		15	25		25	15
Sign Control	Free			Free	Stop	
Intersection Summary						
Area Type:	Other					
Control Type:	Unsignalized					
Intersection Capacity Utilization	35.5%			ICU Level of Service A		
Analysis Period (min)	15					

Los resultados obtenidos indican que al momento la intersección presenta un nivel de servicio A, por lo que en este caso no requeriría una mejora a la misma.

## 7. CAPÍTULO 7. DISEÑO DE MUROS

Este capítulo se refiere a los aspectos relacionados a los muros de contención en la vía, en los que se detallan la recopilación de información, cálculo, diseño y recomendaciones.

### 7.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Al momento de realizar un estudio vial, las diferentes zonas en donde se produce corte o relleno hacen que la misma sea proclive a deslizamientos o que la vía presente desprendimientos debido a los esfuerzos que se producen en los taludes; por todo esto es necesario el empleo de muros para contrarrestar estos esfuerzos y así poder mantener una vía en condiciones adecuadas para su funcionamiento.

Luego de realizado un análisis acerca del tipo de muro a ser empleado en la vía en estudio, tomando en cuenta su ubicación, tipo de terreno y condiciones topográficas se diseñará un muro del tipo de hormigón ciclópeo. Al hablar de muros de hormigón ciclópeo se empezará definiendo a estos elementos estructurales como aquellos empleados para contener las cargas provocadas por empujes producidos por el terreno donde se encuentra la vía, y así evitar deslizamientos o desprendimientos provocados por la misma (Baselli, s. f.).

Estos muros presentan buenas reacciones ante esfuerzos de compresión ejercidas por el empuje lateral en la superficie excavada, no obstante su funcionalidad hacia los esfuerzos de pandeo producidos por sub momentos de tracción debido a curvas laterales, niveles freáticos o un coeficiente de cohesión bajo, conlleva aumentar el espesor del muro de contención para poder contrarrestar estas cargas.

La funcionalidad de este muro es similar al de una represa de agua, siendo de mayor espesor en su parte inferior, debido al mayor empuje lateral y en su parte superior un espesor menor debido a un empuje menor. La figura 95 explica como se produce la distribución de esfuerzos:

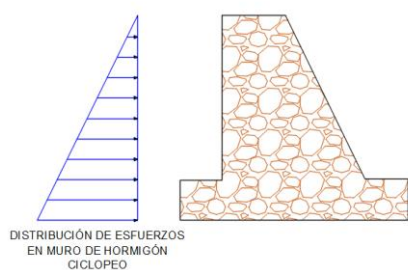


Figura 95 Esfuerzos en muro de Hormigón ciclópeo.

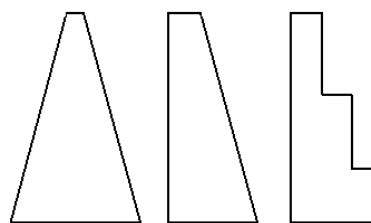


Figura 96 Tipos de muro de Hormigón ciclópeo  
Fuente: (Baselli, s. f.)

Las formas para estos muros es variable dependiendo del diseño y el cálculo, pero al presentar una base de mayor espesor, los más empleados son: la Trunco Piramidal, la Trunco Piramidal Media y la Escalonada como se puede apreciar en la figura 96. Se puede también emplear un diseño cuya sección no presenta ensanchamientos en la base; este diseño se aplica cuando el terreno produce momentos de empuje lateral menores a los 20 kg/cm<sup>2</sup>. (Baselli, s. f.)

## 7.2 CALCULO, DISEÑO Y RECOMENDACIONES

El cálculo de volúmenes del proyecto se presentará en la sección de planos, y dan como resultado un volumen de corte de 37442.32 m<sup>3</sup> y un volumen de relleno de 6662.94 m<sup>3</sup>.

En el proyecto se colocará muros de hormigón ciclópeo de diferentes alturas las dimensiones y las abscisas se presentan en la tabla 140:

Tabla 140 Resumen muros de contención

Cuadro resumen de muros de contención									
Lado izquierdo					Lado derecho				
Abscisa		Longitud	Altura adoptada		Abscisa		Longitud	Altura adoptada	
0+150.00	- 0+165.00	15	1		0+195.00	- 0+201.00	6.00	3	
0+405.00	- 0+425.00	20	1		0+490.00	- 0+530.00	40.00	2	
0+450.00	- 0+480.00	30	1		0+890.00	- 0+940.00	50.00	1	
0+480.00	- 0+490.00	10	2		0+980.00	- 1+000.00	20.00	1	
0+490.00	- 0+530.00	40	4		1+160.00	- 1+210.00	50.00	1	
0+530.00	- 0+570.00	40	2		1+960.00	- 1+975.00	15.00	4	
0+590.00	- 0+730.00	140	2		1+975.00	- 1+985.00	10.00	3	
0+730.00	- 0+750.00	20	3						
0+750.00	- 0+800.00	50	2						
0+800.00	- 0+820.00	20	1						
0+850.00	- 0+940.00	90	2						
0+940.00	- 0+960.00	20	1						
0+970.00	- 0+980.00	10	1						
0+980.00	- 1+010.00	30	3						
1+010.00	- 1+090.00	80	2						
1+090.00	- 1+110.00	20	1						
1+110.00	- 1+140.00	30	3						
1+140.00	- 1+170.00	30	1						
1+260.00	- 1+305.00	45	2						
1+305.00	- 1+315.00	10	1						
1+360.00	- 1+410.00	50	1						
1+470.00	- 1+490.00	20	1						
1+630.00	- 1+660.00	30	2						
1+660.00	- 1+700.00	40	1						
1+720.00	- 1+770.00	50	1						
1+770.00	- 1+830.00	60	2						
1+830.00	- 1+850.00	20	1						
1+860.00	- 1+890.00	30	2						
1+945.00	- 1+955.00	10	2						
1+955.00	- 1+980.00	25	4						
2+040.00	- 2+080.00	40	2						
2+080.00	- 2+140.00	60	1						
2+150.00	- 2+160.00	10	1						
2+320.00	- 2+380.00	60	1						
2+380.00	- 2+400.00	20	3						
2+400.00	- 2+410.00	10	2						
2+635.00	- 2+643.82	8.82	2						
		<b>1293.82</b>					<b>191.00</b>		

### 7.2.1 DISEÑO DEL MURO DEL PROYECTO

A continuación se presenta la ecuación 77, que son tres fórmulas para la fuerza desestabilizante en un muro de hormigón ciclópeo:

$$Ea = Fs * \frac{1}{2} * \gamma * Ka * H^2$$
$$Ka = \frac{1 - \text{sen}(\phi)}{(1 + \text{sen}(\phi))}$$
$$Ma = Ea * \frac{H}{3}$$

Ecuación 77 Cálculo de muros de hormigón ciclópeo  
Fuente: (Durán, 2014)

Donde:

Ka: Coeficiente de empuje activo.

Ea: Empuje activo del suelo, Kg.

Ma: Momento desestabilizante, Kg\*m.

Fs: Factor de seguridad.

$\phi$ : ángulo de fricción del suelo, grados.

H: altura del muro, m.

La ecuación 78 permite calcular la resistencia del concreto a cortante:

$$Vc = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

Ecuación 78 Cálculo de muros de hormigón ciclópeo  
Fuente: (Durán, 2014)

$\gamma$ : peso específico del suelo, Kg/m<sup>3</sup>.

Vu: Es la fuerza desestabilizante mayorada (Ea).

Vc: Resistencia del concreto a cortante ( $f'c$  100 Kg/cm<sup>2</sup>).

La ecuación 79 permite determinar la fuerza desestabilizante:

$$Vu < 0,5 * \phi * Vc$$

Ecuación 79 Cálculo de muros de hormigón ciclópeo  
Fuente: (Durán, 2014)

$\phi$ : Es el factor de reducción que para cortante es de 0.85

b: Largo del muro. Se ha adoptado un valor de un metro.

d: Ancho del muro en el punto de aplicación de la fuerza.

Según el tipo de material de un suelo, podemos obtener el ángulo de fricción según la tabla 141:

Tabla 141 Ángulo de fricción  
Fuente: (Durán, 2014)

Tipo de suelo	$\phi$ (grados)
<i>Arena: granos redondeados</i>	
Suelta	27–30
Media	30–35
Densa	35–38
<i>Arena: granos angulares</i>	
Suelta	30–35
Media	35–40
Densa	40–45
<i>Grava con algo de arena</i>	34–48
Limos	26–35

Al presentar un suelo limoso se adopta un valor de  $\phi=35$ .

La fuerza estabilizante en un muro de hormigón ciclópeo tiene relación con el peso normal del muro y factor de fricción entre el suelo y el muro, la cual es la tangente del ángulo de fricción es decir para 35 grados sería 0,7. Los momentos estabilizantes se calculan a partir del punto A.

Como se detalló en una tabla 140 en el proyecto tenemos muros con alturas diferentes así que se diseñara para cada caso. Las tablas 142, 143, 144 y 145, en función de un predimensionamiento establecido, permite determinar el cumplimiento al volcamiento, deslizamiento y corte de los muros mediante las ecuaciones indicadas anteriormente, para muros de altura de 1 m, 2 m, 3 m y 4 m.

Tabla 142 Cálculo de muro de 1m

ALTURA 1 M	FUERZA DESESTABILIZANTE		
	DATOS	$\Phi$	35
		FS	1.3
		Y	1620
		h	1
	RESULTADOS		
	Ka	0.27	
	Ea	285	
	Ma	95	

	Area m2	Densidad Kg/m3	Peso (Kg)	$\mu$	FUERZA ESTABILIZANTE	X(a)	Momento estab. en "a" (kg*m)
1	0.349	2000	698	0.7	488.6	0.3	146.58
2	0.202	1620	327.24	0.7	229.068	0.543	124.38
					1025		271

Factor de seguridad al volcamiento (fv)			>2 cumple	$fv = \frac{\text{Momento estabilizante}}{\text{Momento desestabilizante}}$
fv	271/95	2.85		

Factor de seguridad al deslizamiento (fd)			>1.5 cumple	$fd = \frac{\text{Fuerza estabilizante}}{\text{Fuerza desestabilizante}}$
fd	1025/285	3.59		

Resistencia al corte	b	100	cms
	d	50	cms
	f'c	100	kg/cm2
	Vc	26500	
	285< 11262.5	cumple	

$$Vc = 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$Vu < 0,5 * \phi * Vc$$

Tabla 143 Cálculo de muro de 2m

ALTURA 2 M	FUERZA DESESTABILIZANTE		
	DATOS	$\Phi$	35
		FS	1.3
		Y	1620
		h	2
	RESULTADOS		
	Ka	0.27	
	Ea	1141	
	Ma	761	

	Area m2	Densidad Kg/m3	Peso (Kg)	$\mu$	FUERZA ESTABILIZANTE	X(a)	Momento estab. en "a" (kg*m)
1	1.396	2000	2792	0.7	1954.4	0.6	1172.64
2	0.809	1620	1310.58	0.7	917.406	1.086	996.30
					4103		2169

Factor de seguridad al volcamiento (fv)				
fv	2169/761	2.85	>2 cumple	$fv = \frac{\text{Momento estabilizante}}{\text{Momento desestabilizante}}$

Factor de seguridad al deslizamiento (fd)				
fd	4103/1141	3.59	>1.5 cumple	$fd = \frac{\text{Fuerza estabilizante}}{\text{Fuerza desestabilizante}}$

Resistencia al corte	b	100	cms
	d	50	cms
	f'c	100	kg/cm2
	Vc	26500	
1141<	11262.5	cumple	

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_u < 0,5 * \Phi * V_c$$

Tabla 144 Cálculo de muro de 3m

ALTURA 3 M	FUERZA DESESTABILIZANTE		
	DATOS	$\Phi$	35
		FS	1.3
		Y	1620
		h	3
	RESULTADOS		
	Ka	0.27	
	Ea	2568	
	Ma	2568	

	Area m2	Densidad Kg/m3	Peso (Kg)	$\mu$	FUERZA ESTABILIZANTE	X(a)	Momento estab. en "a" (kg*m)
1	3.14	2000	6280	0.7	4396	0.901	3960.796
2	1.82	1620	2948.4	0.7	2063.88	1.629	3362.06
					9228		7323

Factor de seguridad al volcamiento (fv)				
fv	7323/2568	2.85	>2 cumple	$fv = \frac{\text{Momento estabilizante}}{\text{Momento desestabilizante}}$

Factor de seguridad al deslizamiento (fd)				
fd	9228/2568	3.59	>1.5 cumple	$fd = \frac{\text{Fuerza estabilizante}}{\text{Fuerza desestabilizante}}$

Resistencia al corte	b	100	cms
	d	50	cms
	f'c	100	kg/cm2
	Vc	26500	
2568<	11262.5	cumple	

$$V_c = 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_u < 0,5 * \Phi * V_c$$



Tabla 145 Cálculo de muro de 4m

ALTURA 4 M	FUERZA DESESTABILIZANTE		
	DATOS	Ø	35
		FS	1.3
		Y	1620
		h	4
	RESULTADOS		
	Ka	0.27	
	Ea	4566	
	Ma	6088	

	Area m2	Densidad Kg/m3	Peso (Kg)	μ	FUERZA ESTABILIZANTE	X(a)	Momento estab. en "a" (kg*m)
1	5.582	2000	11164	0.7	7814.8	1.201	9385.5748
2	3.236	1620	5242.32	0.7	3669.624	2.171	7966.75
					16406		17352

Factor de seguridad al volcamiento (fv)		
fv	17352/6088	2.85

$$fv = \frac{\text{Momento estabilizante}}{\text{Momento desestabilizante}}$$

>2 cumple

Factor de seguridad al deslizamiento (fd)		
fd	16406/4566	3.59

$$fd = \frac{\text{Fuerza estabilizante}}{\text{Fuerza desestabilizante}}$$

>1.5 cumple

Resistencia al corte	b	100	cms
	d	50	cms
	f'c	100	kg/cm2
	Vc	26500	
4566<	11262.5	cumple	

$$Vc = 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$Vu < 0,5 * \phi * Vc$$

## 7.2.2 DIMENSIONES DE MUROS CARACTERÍSTICOS PARA EL PROYECTO

La figura 97 detalla las características del muro de hormigón ciclópeo con altura de 1 metro.

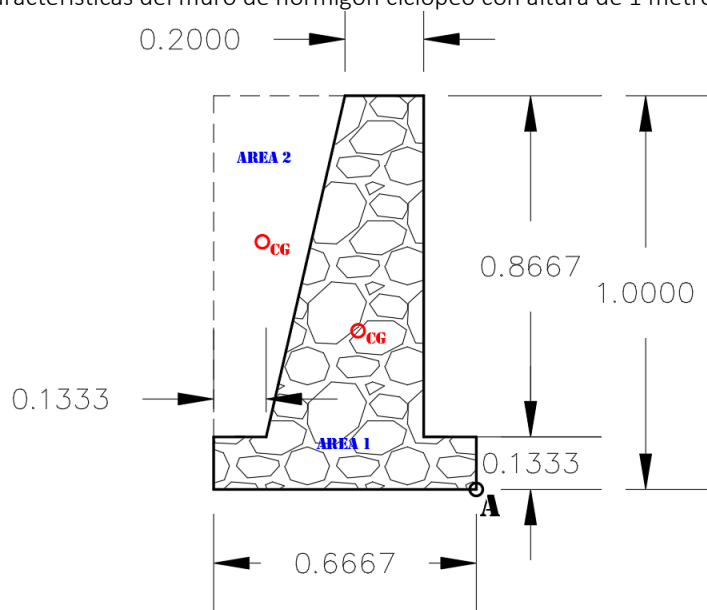


Figura 97 Dimensiones de muro de hormigón ciclópeo (h=1m)

La figura 98 detalla las características del muro de hormigón ciclópeo con altura de 2 metros.

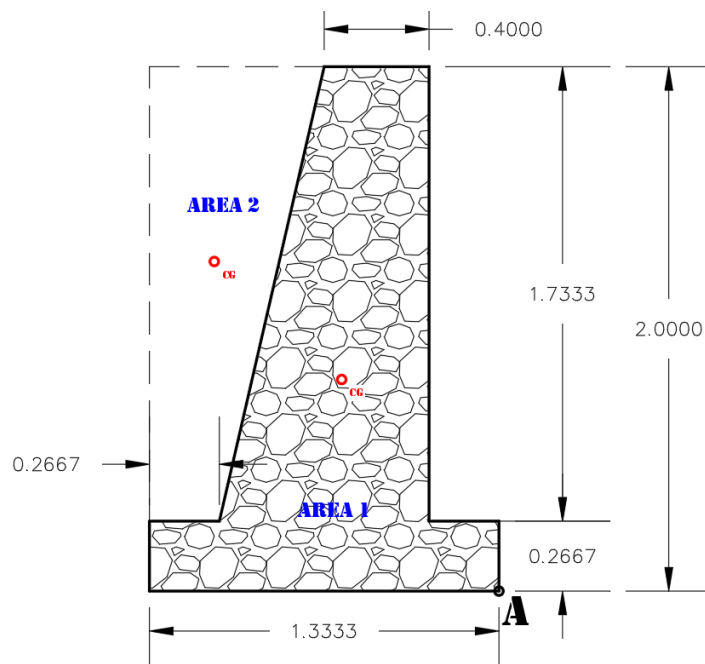


Figura 98 Dimensiones de muro de hormigón ciclópeo (h=2m)

La figura 99 detalla las características del muro de hormigón ciclópeo con altura de 3 metros.

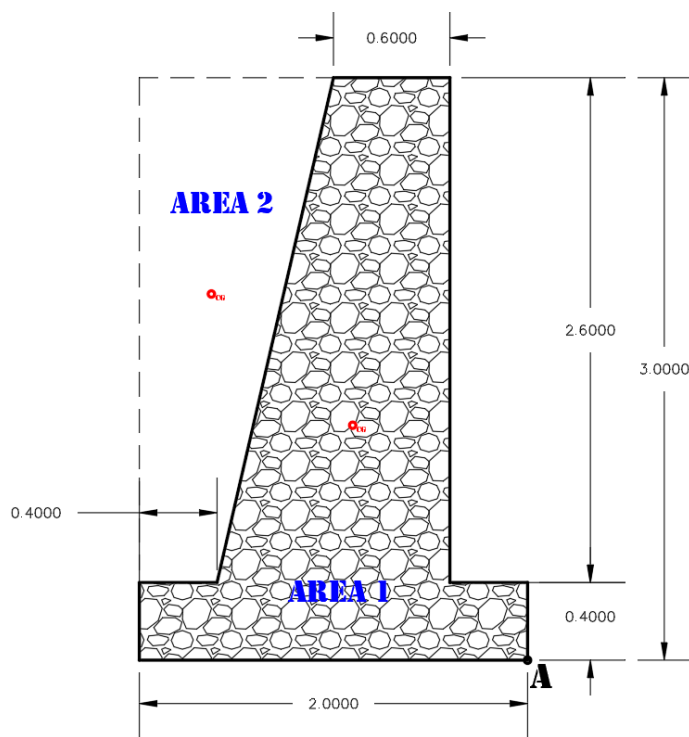


Figura 99 Dimensiones de muro de hormigón ciclópeo (h=3m)

La figura 100 detalla las características del muro de hormigón ciclópeo con altura de 4 metros.

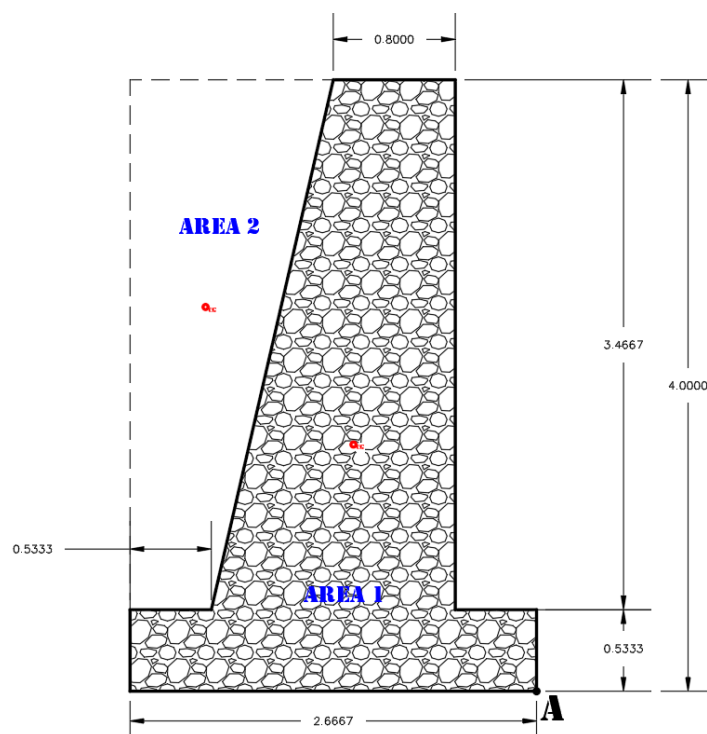


Figura 100 Dimensiones de muro de hormigón ciclópeo (h=4m)

Se concluye que los diseños del muro a deslizamiento y volcamiento del proyecto son válidos debido a que los factores de seguridad son mayores a los permitidos.

## 8. CAPÍTULO 8. EVALUACIÓN FINANCIERA

Este capítulo se refiere a los aspectos relacionados a la evaluación financiera de la estructura del pavimento flexible en la vía, en los que se detallan la identificación y valoración de la inversión total, costos de operación y mantenimiento, beneficio social, flujo económico, indicadores económicos.

### 8.1 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LA INVERSIÓN TOTAL

La vía a mejorar conecta la cabecera parroquial de El Valle con Guncay, presenta una longitud de 2,643.82 m, la misma que inicia en la intersección de la vía a El Valle con la vía Centro Parroquial, Santa Catalina, El Despacho, Santa Sofía y Guncay y termina en la intersección con la vía Monay, Baguanchi, Paccha, pertenecientes al cantón Cuenca, la misma permitirá una mejor comunicación entre estas poblaciones de la Provincia del Azuay.

Para determinar el valor de la inversión del proyecto, se utilizó una metodología basada en el análisis de costos directos e indirectos determinando para ello los costos unitarios para cada componente. En la tabla 146 se detalla los componentes y rubros de los costos para pavimento flexible:

Tabla 146 Inversión del proyecto (pavimento flexible)

DESCRIPCIÓN	VALOR DE LA INVERSIÓN
Obra civil movimiento de tierras	222,544.74
Estructura del pavimento flexible	1,332,527.51
Veredas en la vía	139,348.18
sistema de drenaje (sumideros)	37,159.91
sistema de drenaje (subdren)	15,929.96
Sistema de drenaje (alcantarillas)	122,666.37
Señalización horizontal y vertical	58,131.22
Muros de contención	266,010.00
Diseño de isla para buses	30,830.90
Indemnizaciones	219,158.96
SUBTOTAL	2,444,304.75
IVA	293,316.57
TOTAL	2,737,621.32



### 8.1.1. INVERSIÓN EN OBRA CIVIL

La base para la determinación de los costos de las obras viales es el presupuesto constituido por los precios unitarios, que se sustenta en el estudio de ingeniería y son:

- **Costos directos:** Son los costos que intervienen directamente en la obra y que resultan ser: la mano de obra calificada, la mano de obra no calificada, los insumos con componente nacional y con componente importado, los combustibles, la maquinaria y equipos (componente nacional e importado) (Urgilés, 2014).
- **Costos indirectos:** Son los gastos que demanda la ejecución de la obra y que en general resultan ser: la dirección de la obra, administración del proyecto, el empleo de locales, vehículos, servicios básicos, socialización, garantías, seguros y prevención de accidentes, imprevistos, utilidades y contribuciones e impuestos (Urgilés, 2014).

Todo lo antes expuesto se encuentra detallado en los análisis de precios unitarios (ver anexo 4) que es el soporte del análisis técnico para la formulación del presupuesto referencial. En la tabla a continuación nos muestra en resumen el presupuesto desglosado de la obra:

### 8.1.2. COSTOS DE FISCALIZACIÓN

Consiste en la remuneración de los servicios profesionales para llevar un correcto control de calidad y la adecuada ejecución de la obra civil lo que representa el pago al personal técnico, equipos, movilización, ensayos de calidad de los materiales y las garantías. Se estima por lo general el valor para la fiscalización con el 8% de la obra civil, es decir el monto de fiscalización será de \$195,544.38

## 8.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los costos de mantenimiento serán aquellos que demande el proyecto para su correcto funcionamiento, mismo que comprende tres etapas:

- Mantenimiento rutinario,
- Mantenimiento de emergencia
- Mantenimiento periódico.
- **El mantenimiento rutinario:** consiste en el bacheo asfáltico común, sellado de fisuras, limpieza de cunetas, limpieza de alcantarillas, roza a mano, mantenimiento de señalización horizontal y vertical. Las cantidades requeridas para la vía se muestran en la tabla 147 y están basadas en trabajos realizados en vías similares (GEOVIAL, 2010).

**Tabla 147 Rubros para el mantenimiento rutinario**

Fuente: (InterPro 2010, s. f.)

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
001	Mantenimiento rutinario				22,435.32
1,001	Limpieza de alcantarillas.	m3	363.33	19.38	7,041.34
1,002	Sellado de fisuras superficiales	m2	482.50	3.78	1,823.84
1,003	Roza a mano	m2	396.57	1.55	614.69
1,004	Limpieza de cunetas a mano	m3	105.75	9.92	1,049.04
1,005	Bacheo asfáltico	m2	97.82	19.80	1,936.84
1,006	Marca de pavimento. (pintura sobre la calzada).	ml	7,931.49	1.12	8,883.27
1,007	Señalización vertical. (letreros)	u	5.00	217.26	1,086.30

- **El mantenimiento de emergencia:** se lo realiza cuando se requiera de la limpieza de derrumbes y para el mantenimiento y mejoramiento de la vía durante su vida útil. La tabla 148 muestra el costo y los rubros para este componente:

**Tabla 148 Rubros para el mantenimiento emergente**

Fuente: (InterPro 2010, s. f.)

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
3	Mantenimiento emergente				3,540.00
3,001	Limpieza de derrumbes	m3	1,000.00	3.54	3,540.00

- **El mantenimiento de mejoramiento o periódico:** consiste en la reposición que se le da a la estructura del pavimento, mediante un proceso que permita recuperar la superficie deteriorada de la capa de rodadura (GEOVIAL, 2010). Las cantidades requeridas para la vía se muestran en la tabla 149 y están basadas en trabajos realizados en vías similares:

**Tabla 149 Rubros para el mantenimiento periódico**

Fuente: (InterPro 2010, s. f.)

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
2	Mantenimiento periódico				305,986.72
2,001	Asfalto RC-250 para imprimación.	l	41,733.03	0.94	39,229.05
2,003	Transporte de Mezcla asfáltica (medido desp. compactación)	m3/km	3,957.41	0.34	1,345.52
2,004	Capa de rodadura de Ho. Asf. mezc. Planta (e=2"), inc. transporte	m2	27,822.02	8.40	233,704.97
2,005	Señalización vertical. (letreros)	u	54.00	217.26	11,732.04
2,006	Marca de pavimento (pintura sobre la calzada).	ml	7,931.49	1.12	8,883.27
2,007	Limpieza de alcantarillas.	m3	363.33	19.38	7,041.34
2,008	Roza a mano	m2	396.57	1.55	614.69
2,009	Limpieza de cunetas a mano	m3	105.75	9.92	1,049.04
2,010	Marcas sobresalidas de pavimento (MSP)	u	221.00	10.80	2,386.80

La tabla 150 indica los costos de mantenimientos para el período de vida útil asumiendo una tasa de inflación del 0.18% tomado del mes de diciembre del 2017 («Banco Central del Ecuador», s. f.):

Tabla 150 Proyección de costos de mantenimiento (dólares)

DESGLOSE POR COMPONENTES	AÑO	COSTOS DE MANTENIMIENTO
MANTENIMIENTO RUTINARIO Y DE EMERGENCIAS	Año 1	\$ 25,975.32
	Año 2	\$ 26,022.08
	Año 3	\$ 26,068.92
	Año 4	\$ 26,115.84
	Año 5	\$ 26,162.85
	Año 6	\$ 26,209.94
	Año 7	\$ 26,257.12
	Año 8	\$ 26,304.38
	Año 9	\$ 26,351.73
MANTENIMIENTO DE MEJORAMIENTO	Año 10	\$ 305,986.72
MANTENIMIENTO RUTINARIO Y DE EMERGENCIAS	Año 11	\$ 26,446.68
	Año 12	\$ 26,494.29
	Año 13	\$ 26,541.97
	Año 14	\$ 26,589.75
	Año 15	\$ 26,637.61
	Año 16	\$ 26,685.56
	Año 17	\$ 26,733.59
	Año 18	\$ 26,781.71
	Año 19	\$ 26,829.92
	Año 20	\$ 26,878.22

La tabla 151 muestra los costos a precio de eficiencia para cada año:

Tabla 151 Proyección de costos de mantenimiento (dólares) a precios de eficiencia

AÑO	MONTO A PRECIOS DE EFICIENCIA
1	\$ 51,950.64
2	\$ 26,022.08
3	\$ 26,068.92
4	\$ 26,115.84
5	\$ 26,162.85
6	\$ 26,209.94
7	\$ 26,257.12
8	\$ 26,304.38
9	\$ 26,351.73
10	\$ 305,986.72
11	\$ 26,446.68
12	\$ 26,494.29
13	\$ 26,541.97
14	\$ 26,589.75
15	\$ 26,637.61
16	\$ 26,685.56
17	\$ 26,733.59
18	\$ 26,781.71
19	\$ 26,829.92
20	\$ 26,878.22



### 8.3 BENEFICIO SOCIAL

#### 8.3.1. IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE BENEFICIOS

##### AHORRO DEL TIEMPO DE LOS USUARIOS

La propuesta de la vía se ubicaría al sur de la ciudad de Cuenca, iniciando desde la intersección con la vía a El Valle y finalizando en la intersección con la vía Monay, Baguanchi, Paccha, cumpliendo así un recorrido de 2,6 Km.

Esto implicará que las parroquias de El Valle y Paccha del cantón Cuenca así como las poblaciones aledañas a la misma contarán con una vía mejorada y de óptimas condiciones, lo que implica que será una vía adecuada para el tránsito y el transporte de personas y productos pues disminuirá los tiempos así como presentará condiciones más seguras para el traslado, y que por ende representará para la población un ahorro de tiempo, en especial para los que utilizan la vía a diario por motivos laborales.

Por todo esto, esta vía permitirá a los conductores disminuir el tiempo de recorrido actual, en especial cuando se espera que el tráfico promedio diario se incremente de lo que actualmente es 1147 vehículos (1049 automóviles, 5 buses y 92 camiones) y que luego de 20 años de vida útil llegaría a un TPDA de 1964 vehículos.

En la actualidad la velocidad promedio de los vehículos livianos es de 20 km por hora, considerando los 2,6km de recorrido de la vía a ser construida, los usuarios emplearían aproximadamente 7.93 minutos para trasladarse. Si la vía se mejoraría alcanzaría una velocidad promedio de 50 km por hora, consecuentemente el traslado les significaría un tiempo promedio de 3.17 minutos.

La hipótesis es que el tiempo que se ahorran las personas en los traslados podría emplearse a sus actividades, principalmente a la producción de bienes y servicios. En consecuencia, uno de los beneficios del mejoramiento de la vía será el aumento de la producción per cápita correspondiente al tiempo ahorrado por cada usuario (a) (Urgilés, 2014).

Las personas en la actualidad emplean la vía para movilizarse a su trabajo o al establecimiento de estudio, vender sus productos, ir al centro médico, compras en mercados y trasladarse a la ciudad o hacia los centros parroquiales y comunidades cercanas.

El tiempo total de recorrido en un viaje de ida y vuelta con una velocidad promedio de 20 km por hora es de 15.86 minutos. Con el mejoramiento de la vía y una velocidad promedio de 50 km por hora, se acortaría el tiempo a 6.34 minutos, ahorrándose así 9.52 minutos por viaje.

- **Valor del tiempo ahorrado**

En términos teóricos, el valor del tiempo ahorrado por los usuarios de esta vía sería igual al costo de oportunidad de las personas, es decir, que haría la persona con el tiempo ahorrado en la situación con proyecto así como sin

proyecto. El cálculo del costo de oportunidad de los usuarios de la vía parte de la hipótesis que el tiempo ahorrado sería empleado en las actividades cotidianas, principalmente en llegar a tiempo al trabajo (Urgilés, 2014).

En el área del proyecto (El Valle), según el Censo de Población y Vivienda 2010, aproximadamente 10122 son la PEA (Población Económicamente Activa), es decir población de 10 años y más que trabajan activamente o está buscando trabajo (Toledo, 2015). La principal actividad económica de la población ocupada es la manufacturera (24.07%), seguida de las actividades de comercio al por mayor y menor (15.69%) la construcción (13.63%) y la agricultura (9.97%). La población directamente beneficiada del proyecto serían los pobladores de El Valle, que según el último censo de población y vivienda de 2010 se contabilizaron en 24314 habitantes (Toledo, 2015).

La demanda efectiva está constituida por el requerimiento de viajes de la población, de esta manera el tráfico vehicular diario es de 1049 vehículos y se estimará que una persona por lo menos viaje, entonces se requieren 1049 viajes, sumado a 5 buses que en promedio viajan 30 personas, se tendría entonces 150 viajes diarios, sin considerar los viajes de camiones debido a que transportan generalmente productos, por lo tanto el total de la demanda es 1199 viajes diarios como se puede apreciar en la tabla 152.

**Tabla 152 Demanda efectiva de viajes**

Descripción	Tráfico vehicular diario	Ocupantes promedio	Demanda efectiva: Viajes diarios	Demanda efectiva: Viajes anuales
Automóviles	1049	1	1049	382885
Buses	5	30	150	54750
<b>Total</b>	<b>1054</b>	<b>31</b>	<b>1199</b>	<b>437635</b>

Para realizar el cálculo se empleó los grupos de ocupación de la población que se muestran en la tabla 153:

**Tabla 153 Población económicamente activa**  
Fuente: (Toledo, 2015)

PEA	Total	%
Industria manufacturera	2437	24.08%
Comercio al por mayor y menor	1589	15.70%
Construcción	1380	13.63%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	1010	9.98%
Actividades de los hogares como empleadores	533	5.27%
No declarado	446	4.41%
Transporte y almacenamiento	438	4.33%
Actividades de la atención de la salud humana	307	3.03%
Administración pública y defensa	295	2.91%
Enseñanza	291	2.87%
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	250	2.47%
Otras actividades de servicios	243	2.40%

Actividades de servicios administrativos y de apoyo	229	2.26%
Trabajador nuevo	222	2.19%
Información y comunicación	89	0.88%
Actividades profesionales, científicas y técnicas	88	0.87%
Distribución de agua, alcantarillado y gestión de	80	0.79%
Actividades financieras y de seguros	79	0.78%
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	61	0.60%
Artes, entretenimiento y recreación	36	0.36%
Actividades inmobiliarias	11	0.11%
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	6	0.06%
Explotación de minas y canteras	2	0.02%
<b>Total</b>	<b>10122</b>	<b>100%</b>

El costo de oportunidad del tiempo de la población se lo calculó en función del salario promedio de acuerdo a su grupo de ocupación. Se ha tomado en cuenta para esto en cuenta el salario mensual unificado, las compensaciones respectivas y los aportes patronales como se aprecia en la tabla 154:

**Tabla 154 Cálculos de oportunidad de las personas**

CARGO	SALARIO UNIF. (*)	XIII	XIV	FONDO RESERVA	APORTE PATRONAL	TOTAL CARGAS	TOTAL MES	TOTAL DÍA (22 DÍAS DE TRABAJO AL MES)	TOTAL HORA
Industria manufactureras	385	32.08	32.08	32.08	42.93	139.18	524.18	23.83	2.98
Comercio al por mayor y menor	580	48.33	32.08	48.33	64.67	193.42	773.42	35.16	4.39
Construcción	385	32.08	32.08	32.08	42.93	139.18	524.18	23.83	2.98
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	385	32.08	32.08	32.08	42.93	139.18	524.18	23.83	2.98
Actividades de los hogares como empleadores	385	32.08	32.08	32.08	42.93	139.18	524.18	23.83	2.98
No declarado	385	32.08	32.08	32.08	42.93	139.18	524.18	23.83	2.98
Transporte y almacenamiento	580	48.33	32.08	48.33	64.67	193.42	773.42	35.16	4.39
Actividades de la atención de la salud humana	800	66.67	32.08	66.67	89.20	254.62	1054.62	47.94	5.99
Administración pública y defensa	800	66.67	32.08	66.67	89.20	254.62	1054.62	47.94	5.99
Enseñanza	580	48.33	32.08	48.33	64.67	193.42	773.42	35.16	4.39



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Actividades de alojamiento y servicio de comidas	385	32.08	32.08	32.08	42.93	139.18	524.18	23.83	2.98
Otras actividades de servicios	385	32.08	32.08	32.08	42.93	139.18	524.18	23.83	2.98
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	580	48.33	32.08	48.33	64.67	193.42	773.42	35.16	4.39
Trabajador nuevo	385	32.08	32.08	32.08	42.93	139.18	524.18	23.83	2.98
Información y comunicación	580	48.33	32.08	48.33	64.67	193.42	773.42	35.16	4.39
Actividades profesionales, científicas y técnicas	800	66.67	32.08	66.67	89.20	254.62	1054.62	47.94	5.99
Distribución de agua, alcantarillado y gestión de desechos	800	66.67	32.08	66.67	89.20	254.62	1054.62	47.94	5.99
Actividades financieras y de seguros	800	66.67	32.08	66.67	89.20	254.62	1054.62	47.94	5.99
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	580	48.33	32.08	48.33	64.67	193.42	773.42	35.16	4.39
Artes, entretenimiento y recreación	580	48.33	32.08	48.33	64.67	193.42	773.42	35.16	4.39
Actividades inmobiliarias	580	48.33	32.08	48.33	64.67	193.42	773.42	35.16	4.39
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	580	48.33	32.08	48.33	64.67	193.42	773.42	35.16	4.39
Explotación de minas y canteras	385	32.08	32.08	32.08	42.93	139.18	524.18	23.83	2.98
<b>TOTAL</b>	<b>12685.00</b>	<b>1057.08</b>	<b>737.92</b>	<b>1057.08</b>	<b>1414.38</b>	<b>4266.46</b>	<b>16951.46</b>	<b>770.52</b>	<b>96.32</b>
<b>MEDIA</b>	<b>529.85</b>	<b>44.15</b>	<b>32.08</b>	<b>44.15</b>	<b>59.08</b>	<b>180.52</b>	<b>710.54</b>	<b>32.30</b>	<b>4.04</b>
<b>DESVIACIÓN</b>	160.34	13.36	0.00	13.36	17.88	44.60	204.94	9.32	1.16
<b>MÁXIMO</b>	800.00	66.67	32.08	66.67	89.20	254.62	1054.62	47.94	5.99
<b>MÍNIMO</b>	385.00	32.08	32.08	32.08	42.93	139.18	524.18	23.83	2.98

Nota: El Salario Básico en el Ecuador para el año 2018 es 385 dólares mensuales, los valores para las otras categorías son promedios, y es que son cargos que tienen una remuneración mayor al salario básico y los rangos son muy amplios, no obstante se toma los valores más frecuentes (moda). En base a los cálculos presentados en la tabla anterior, el que perciben los usuarios que utilizarán la vía es de 2,98 dólares por hora por persona. Este será el costo de oportunidad con el que se estima el ahorro de tiempo de los usuarios de la vía. Se calculó el número estimado de trabajadores que harían uso de la vía por grupo de ocupación considerando el número de trabajadores del área de intervención del proyecto en cada grupo de ocupación y considerando la demanda efectiva de viajes como se aprecia en la tabla 155:

**Tabla 155 Valor de ahorro anual de los beneficiarios que utilizan la vía diariamente**

OCUPACIÓN DE LOS TRABAJADORES	NÚMERO ESTIMADO DE TRABAJADORES QUE OCUPARÍAN LA VÍA DIARIAMENTE	COSTO DE OPORTUNIDAD DE AHORRO DE TIEMPO POR HORA	HORAS DE AHORRO ANUAL POR PERSONA (0.1586 horas * 365 días)	VALOR AHORRADO ANUAL POR PERSONA EN DÓLARES	VALOR AHORRO ANUAL POR GRUPO DE OCUPACIÓN
Industria manufactureras	289	\$ 2.98	57.89	\$ 172.41	\$ 49,826.41
Comercio al por mayor y menor	188	\$ 4.39	57.89	\$ 254.39	\$ 47,825.18
Construcción	163	\$ 2.98	57.89	\$ 172.41	\$ 28,102.78
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	120	\$ 2.98	57.89	\$ 172.41	\$ 20,689.17
Actividades de los hogares como empleadores	63	\$ 2.98	57.89	\$ 172.41	\$ 10,861.81
No declarado	53	\$ 2.98	57.89	\$ 172.41	\$ 9,137.72
Transporte y almacenamiento	52	\$ 4.39	57.89	\$ 254.39	\$ 13,228.24
Actividades de la atención de la salud humana	36	\$ 5.99	57.89	\$ 346.88	\$ 12,487.64
Administración pública y defensa	35	\$ 5.99	57.89	\$ 346.88	\$ 12,140.77
Enseñanza	34	\$ 4.39	57.89	\$ 254.39	\$ 8,649.23
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	30	\$ 2.98	57.89	\$ 172.41	\$ 5,172.29
Otras actividades de servicios	29	\$ 2.98	57.89	\$ 172.41	\$ 4,999.88

Actividades de servicios administrativos y de apoyo	27	\$ 4.39	57.89	\$ 254.39	\$ 6,868.51
Trabajador nuevo	26	\$ 2.98	57.89	\$ 172.41	\$ 4,482.65
Información y comunicación	11	\$ 4.39	57.89	\$ 254.39	\$ 2,798.28
Actividades profesionales, científicas y técnicas	10	\$ 5.99	57.89	\$ 346.88	\$ 3,468.79
Distribución de agua, alcantarillado y gestión de desechos	9	\$ 5.99	57.89	\$ 346.88	\$ 3,121.91
Actividades financieras y de seguros	9	\$ 5.99	57.89	\$ 346.88	\$ 3,121.91
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	7	\$ 4.39	57.89	\$ 254.39	\$ 1,780.72
Artes, entretenimiento y recreación	4	\$ 4.39	57.89	\$ 254.39	\$ 1,017.56
Actividades inmobiliarias	2	\$ 4.39	57.89	\$ 254.39	\$ 508.78
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	1	\$ 4.39	57.89	\$ 254.39	\$ 254.39
Explotación de minas y canteras	1	\$ 2.98	57.89	\$ 172.41	\$ 172.41
<b>Total</b>	<b>1199</b>	<b>\$ 96.32</b>		<b>\$ 5,575.59</b>	<b>\$ 250,717.05</b>

#### **BENEFICIOS AGROPECUARIOS POR MEJOR ACCESO DE LOS PRODUCTORES A LOS CENTROS DE COMERCIALIZACIÓN**

El mejoramiento de la vía implica unas mejores condiciones para la comercialización de los productos, porque dispondría de un mejor ingreso a zonas de comercialización particularmente en Cuenca, así también aumentará el comercio agropecuario y ganadero. De el volumen de producción agropecuaria (Unidad de producción Agrícola UPA) que se localiza en la zona del proyecto (3514.012 Ha), el maíz representa el 55% del total de unidades de producción agrícola aproximadamente existentes que se dedican a la producción de este cultivo, ocupando 1932.71 Ha. El tomate de árbol representa el 8% del total de unidades de producción agrícola aproximadamente existentes que se dedican a la producción de este cultivo, ocupando 281.12 Ha. El Pasto representa el 17% del total

de unidades de producción agrícola aproximadamente existentes que se dedican a la producción de este cultivo, ocupando 597.38 Ha. Las hortalizas representa el 17% del total de unidades de producción agrícola aproximadamente existentes que se dedican a la producción de este cultivo, ocupando 597.38 Ha. la arveja representa el 3% del total de unidades de producción agrícola aproximadamente existentes que se dedican a la producción de este cultivo, ocupando 105.42 Ha. La alfalfa representa el 5% del total de unidades de producción agrícola aproximadamente existentes que se dedican a la producción de este cultivo, ocupando 175.70 Ha (Toledo, 2015). Se parte de que el rendimiento promedio por hectárea en la zona es de 5 quintales (Urgilés, 2014) se tiene que el volumen de producción de maíz es de aproximadamente 9664 quintales por año, tomate de árbol aproximadamente 1406 quintales por año, Pasto aproximadamente 2987 quintales por año, Hortalizas 2987 quintales por año, arvejas aproximadamente 527 quintales por año y finalmente alfalfa con 879 quintales por año. En cuanto a la producción de leche, se considera que el 30% se comercializa (Urgilés, 2014). Aproximadamente, el 47% del uso del suelo tienen producción ganadera, es decir alrededor de 35.97 Ha (Toledo, 2015) de los cuales con un promedio de 1 cabezas de ganado lechero y un rendimiento promedio de 6 litros por vaca/día que darían un total de 78774.3 litros al año (Urgilés, 2014). El ganado porcino para carne presente en el Valle es de 60 cabezas, suponiendo que las mismas se vendan en un año. Los precios corresponden a los precios en la finca y los precios en el mercado que han sido obtenidos de las publicaciones de los precios promedio del mes de cada producto que son monitoreados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería («Infoproducción Precios», s. f.). Los beneficios son el resultado de la diferencia entre el precio al productor o en la finca, y los precios en el mercado o al consumidor que es el canal de distribución más utilizado. La tabla 156 cuantifica los beneficios en cuanto a la producción agropecuaria:

**Tabla 156 Cuantificación de incentivos a la producción agropecuaria**

**Fuente: (Urgilés, 2014), («Infoproducción Precios», s. f.)**

Productos	Total Producción	Producción vendida (30% del total de producción)	Precios en la zona (finca) (\$)	Precios en el mercado (\$)	Diferencia de precios	Beneficios Totales
Maíz suave blanco seco (saco 85lb.)	9664	2899.06	10.00	16.00	6.00	17394.36
Tomate de árbol (saco 85lb)	1406	421.68	25.00	32.00	7.00	2951.77
Hortalizas (promedio saco 70 lb)	2987	896.07	5.00	8.00	3.00	2688.22
Arveja (saco 60 lb)	527	158.13	10.00	15.00	5.00	790.65
Leche (litros)	78774	23632.29	0.42	0.50	0.08	1890.58
Ganado porcino para carne (cabezas)	60	18.00	200.00	300.00	100.00	1800.00
<b>TOTAL</b>						<b>27515.58</b>





Nota: los precios (en finca) son referenciales más estos pueden variar dependiendo el productor.

### AHORRO POR COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, LLANTAS

Para estimar el ahorro por combustibles, lubricantes y llantas se emplean las ecuaciones 80, 81 y 82, que estiman el costo de estos insumos para unidades de transporte público (Díaz, 2004):

$$\text{Combustible} = f_{\text{consumo}} FP_C K$$

Ecuación 80 Cálculo de costo de combustible

Fuente: (Díaz, 2004)

Donde:

f: Factor de consumo de combustible (galón/km). Este valor para un vehículo promedio en la ciudad se estimará en 45Km/galón por lo que el factor será de 0.022 gal/km.

F: Número de vehículos. Según el conteo realizado está estimado en 1054 vehículos.

Pc: Precio del combustible. El galón de extra está en \$1.30.

K: Distancia media recorrida (Km/año). Este valor se estimó en función del tiempo ahorrado con proyecto (9.52 min) a una velocidad constante de 50Km/h.

$$\text{Lubricante} = 0.008 f_{\text{consumo}} FP_L K$$

Ecuación 81 Cálculo de costo de lubricantes

Fuente: (Díaz, 2004)

Donde:

f: Factor de consumo de combustible (galón/km). Este valor para un vehículo promedio en la ciudad se estimará en 45Km/galón por lo que el factor será de 0.022 gal/km.

F: Número de vehículos. Según el conteo realizado está estimado en 1054 vehículos.

Pc: Precio del lubricante. En nuestro medio el precio se estima en \$20.00.

K: Distancia media recorrida (Km/año). Este valor se estimó en función del tiempo ahorrado con proyecto (9.52 min) a una velocidad constante de 50Km/h.

$$\text{Llantas} = FV_N P_N K$$

Ecuación 82 Cálculo de costo de llantas

Fuente: (Díaz, 2004)

Donde:

F: Número de vehículos. Según el conteo realizado está estimado en 1054 vehículos.

V: Vida útil del neumático (neumático/km). Depende de la calidad de los mismos pero por lo general se estima en 20000Km su desgaste. Por lo que este factor será de 0.00005 Neumáticos/km.

N: Número de neumáticos: en general se estimará con 4 neumáticos por vehículo.

Pc: Precio del neumático. En nuestro medio dependiendo de la calidad se estima un costo promedio de \$80.

K: Distancia media recorrida (Km/año). Este valor se estimó en función del tiempo ahorrado con proyecto (9.52 min) a una velocidad constante de 50Km/h.

Los cálculos se muestran en la tabla 157:

Tabla 157 Resultados por ahorro en combustibles, lubricantes y llantas

COMBUSTIBLES	
Consumo de combustible en la actualidad	
Factor de consumo de combustible (promedio galón/km)	0.022
F (flota de vehículos)	1054
Pc (precio del combustible)	1.3
Tiempo ahorrado (9.52 min a horas)	0.16
Distancia recorrida por día ( $V \cdot t$ )	7.93
K (distancia media recorrida durante un año por un vehículo (Km/año))	2895.67
Costo ahorro por combustible	87288.13
LUBRICANTES	
Factor de consumo de combustible (promedio galón/km)	0.022
F (flota de vehículos)	1054
Pc (precio del lubricante)	20
Tiempo ahorrado (9.52 min a horas)	0.16
Distancia recorrida por día ( $V \cdot t$ )	7.93
K (distancia media recorrida durante un año por un vehículo (Km/año))	2895.67
Costo Ahorro por lubricantes	10743.155
LLANTAS	
F (flota de vehículos)	1054
V (vida útil del neumático (neumático/km))	0.00005
Número de neumáticos	4
Precio del neumático promedio	80
Tiempo ahorrado (9.52 min a horas)	0.16
Distancia recorrida por día ( $V \cdot t$ )	7.93
K (distancia media recorrida durante un año por un vehículo (Km/año))	2895.67
Costo Ahorro por llantas	48832.52
<b>COSTO TOTAL AHORRADO POR AÑO</b>	<b>146863.81</b>

- Otros beneficios de la vía

Los beneficios que se generan con el mejoramiento de la vía en una zona rural, además del tiempo ahorrado que se aplicaría en el trabajo así como el ahorro en combustibles, lubricantes, llantas y los incentivos en la producción agropecuaria, se debe también mencionar un aumento al número de turistas en la zona (Urgilés, 2014). La tabla 158 muestra un resumen de los beneficios que produce la construcción de la vía:

**Tabla 158 Beneficios totales de la vía**

AÑO	BENEFICIOS POR AHORRO DE TIEMPO	BENEFICIOS POR INCENTIVOS A LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA	BENEFICIOS POR AHORRO EN COMBUSTIBLES, LUBRICANTES Y LLANTAS	TOTAL DE BENEFICIOS
2017				
2018	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2019	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2020	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2021	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2022	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2023	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2024	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2025	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2026	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2027	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2028	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2029	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2030	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2031	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2032	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2033	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2034	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2035	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2036	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
2037	\$ 250,717.05	\$ 27,515.58	\$ 146,863.81	\$ 425,096.44
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 8,501,928.87</b>

## 8.4 FLUJO ECONÓMICO

### 8.4.1. VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS

Con el presupuesto de la obra, se elabora el flujo anual durante el periodo de vida útil del proyecto. Se consideró el año 2017 como año 0, es decir la fase donde se ejecutará la obra y se efectuarán los pagos para su construcción. Por ende los costos para el mantenimiento empiezan a partir del año 2018. Los valores a pagar hasta el año 2037 se expresan en valores presentes. La tasa de actualización utilizada es del 12% anual, debido a que es la tasa con que se evalúan los proyectos de inversión pública (Urgilés, 2014).

Cabe mencionar que por motivos de simplicidad en el manejo de las cifras, el cálculo se ha efectuado empleando la suma integrada de todos los rubros básicos en el presupuesto para proyectos viales como son el plan de manejo ambiental, fiscalización y la operación y mantenimiento, aplicando para cada año el factor de descuento (Urgilés, 2014). Cabe mencionar que no se ha tomado en cuenta los valores de depreciación, ni el valor de salvamento, debido a que la vía será un bien público no sujeto a pago de impuestos y por ende no es necesario emplear la depreciación para el pago de impuestos. De igual forma, al terminar la tiempo útil del proyecto no se tendrá un valor financiero para la venta por lo que no se tendrá un valor de salvamento. No se han considerado costos financieros ya que la obra se proyectará ejecutar con recursos fiscales o del presupuesto público.

#### 8.4.2. EL FLUJO DE FONDOS

Para la evaluación económica del proyecto se consideraron los costos y beneficios del proyecto, con un tiempo de vida útil de 20 años. En la tabla 159 se muestra el flujo de fondos en función de costos de obras civiles, operación y mantenimiento, y los beneficios totales. Para su obtención de los valores se empleó la hoja de cálculo:

**Tabla 159 Análisis costo - beneficio**

Año	OBRAS CIVILES	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	TOTAL COSTOS	BENEFICIOS	FLUJO NETO
2017	\$ 2,444,304.75		\$ 2,444,304.75		\$ 2,444,304.75
2018		\$ 51,950.64	\$ 51,950.64	\$ 425,096.44	\$ 373,145.80
2019		\$ 26,022.08	\$ 26,022.08	\$ 425,096.44	\$ 399,074.37
2020		\$ 26,068.92	\$ 26,068.92	\$ 425,096.44	\$ 399,027.53
2021		\$ 26,115.84	\$ 26,115.84	\$ 425,096.44	\$ 398,980.60
2022		\$ 26,162.85	\$ 26,162.85	\$ 425,096.44	\$ 398,933.60
2023		\$ 26,209.94	\$ 26,209.94	\$ 425,096.44	\$ 398,886.50
2024		\$ 26,257.12	\$ 26,257.12	\$ 425,096.44	\$ 398,839.32
2025		\$ 26,304.38	\$ 26,304.38	\$ 425,096.44	\$ 398,792.06
2026		\$ 26,351.73	\$ 26,351.73	\$ 425,096.44	\$ 398,744.71
2027		\$ 305,986.72	\$ 305,986.72	\$ 425,096.44	\$ 194,995.41
2028		\$ 26,446.68	\$ 26,446.68	\$ 425,096.44	\$ 398,649.76
2029		\$ 26,494.29	\$ 26,494.29	\$ 425,096.44	\$ 398,602.16
2030		\$ 26,541.97	\$ 26,541.97	\$ 425,096.44	\$ 398,554.47
2031		\$ 26,589.75	\$ 26,589.75	\$ 425,096.44	\$ 398,506.69
2032		\$ 26,637.61	\$ 26,637.61	\$ 425,096.44	\$ 398,458.83
2033		\$ 26,685.56	\$ 26,685.56	\$ 425,096.44	\$ 398,410.88
2034		\$ 26,733.59	\$ 26,733.59	\$ 425,096.44	\$ 398,362.85
2035		\$ 26,781.71	\$ 26,781.71	\$ 425,096.44	\$ 398,314.73
2036		\$ 26,829.92	\$ 26,829.92	\$ 425,096.44	\$ 398,266.52
2037		\$ 26,878.22	\$ 26,878.22	\$ 425,096.44	\$ 398,218.23
<b>VAN (12%)</b>					\$ 421,575.69

#### 8.5 INDICADORES ECONÓMICOS

En lo concerniente a la evaluación económica se adoptaron los costos y beneficios del proyecto, con el tiempo de vida útil del proyecto de 20 años.

Surge la pregunta al realizar la evaluación económica del proyecto: ¿justifica el mejoramiento en función de los beneficios que brindará a los habitantes a lo largo de su vida útil?. Esto se resuelve en base a los siguientes indicadores (Urgilés, 2014):

- Valor actual neto (VAN).
- Tasa interna de retorno (TIR).
- Beneficio/Costo.

El VAN está definido mediante la ecuación 83:

$$\sum_{i=0}^n \frac{Bi - Ci - li}{(i + r)^i}$$

Ecuación 83 Cálculo de VAN  
Fuente: (Urgilés, 2014)

Donde:

Bi = Beneficios del proyecto.

i = Año en el horizonte de planeamiento.

Ci = Costos de Operación.

r = Tasa de descuento empleada.

li= Inversiones.

La tasa interna de retorno es un indicador de lo que se ganaría en términos relativos que se alcanza con el empleo del capital. La tasa de descuento que se utilizó es del 12% (Urgilés, 2014). La tabla 160 resume los valores obtenidos con los índices o indicadores financieros:

Tabla 160 Índices de evaluación (en dólares)

ÍNDICES	VALORES ECONÓMICOS
VAN	\$ 421,575.69
TIR	14.71%
B / C	1.17

Los indicadores muestran las siguientes lecturas:

El indicador Tasa interna de retorno TIR de 14.71% superior a la tasa de descuento la misma que se estima en el 12%.

El valor actual neto (VAN) muestra un indicador positivo de \$421,575.69.

Un costo beneficio de \$ 1,17 es decir por cada dólar invertido el proyecto recupera \$ 0,17 centavos de dólar es decir un excedente de 0.17 centavos de dólar de beneficio por cada dólar invertido.

Como se observa, la evaluación financiera muestra indicadores positivos siempre y cuando las inversiones contemplen un subsidio del 100% en su financiamiento, la misma que debe canalizarse con recursos provenientes del Gobierno Central, gobierno local u otras fuentes de financiamiento.

Con todo lo antes expuesto nos permite determinar que el proyecto es económicamente viable.

## 9. CAPÍTULO 9. PRESUPUESTO

Este capítulo se refiere a los aspectos relacionados al presupuesto del estudio vial en los que se detallan las cantidades de obra, análisis de precios unitarios, presupuesto y el análisis comparativo entre un pavimento rígido y flexible.

### 9.1 CANTIDADES DE OBRA

Las cantidades de obra se calcularon en función de la estructura del pavimento, espesor y longitud de la vía, diseño geométrico, afecciones a predios y bienes públicos. Las cantidades se detallan en el presupuesto total tanto para pavimentos flexibles como rígidos.

### 9.2 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Ver anexo 4

### 9.3 PRESUPUESTO

#### 9.3.1 PRESUPUESTO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

Tabla 161 Presupuesto total de la obra (pavimento flexible)

Fuente: (SYSTEM, s. f.)

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
001		MOVIMIENTO DE TIERRAS				222,544.74
1,001	520002	Desbroce y limpieza	m2	35,753.48	1.52	54,345.29
1,002	522037	Replanteo y nivelación	m	2,643.82	3.01	7,957.90
1,003	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	21,546.53	3.68	79,291.23
1,004	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	28,010.49	2.89	80,950.32
2		ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE				1,332,527.51
2,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	15,895.79	3.68	58,496.51
2,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	20,664.53	2.89	59,720.49
2,003	500018	Subrasante Conformación y Compactación	m2	27,822.02	1.36	37,837.95
2,004	500004	Asfalto RC-250 para imprimación	Litro	41,733.03	0.94	39,229.05
2,005	500005	Carpeta de rodadura de Ho Asfáltico mezclado en planta 4 pulg. e=10cm (Sin transporte)	m2	27,822.02	17.20	478,538.74
2,006	500029	Transporte de Mezcla Asfáltica (medido desp. compactación)	m3/km	3,957.41	0.34	1,345.52
2,007	500006	Base Clase II, Conformación y Compactación (inclu. transporte)	m3	3,895.09	26.32	102,518.77
2,008	500007	Subbase Clase II, Conformación y Compactación	m3	8,346.61	23.52	196,312.27
2,009	500008	Material de Mejoramiento (inclu. Transporte)	m3	5,564.41	21.90	121,860.58
2,010	500009	Relleno compactado con Material de Mejoramiento	m3	6,662.94	35.52	236,667.63

3		VEREDAS EN LA VÍA				139,348.18
3,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	1,586.30	3.68	5,837.58
3,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	2,062.18	2.89	5,959.70
3,003	508003	Replanto de piedra, e=5 cm	m2	7,931.46	4.60	36,484.72
3,004	500030	Hormigón Cemento Portland (f'c=180kg/cm2) (inclu. encofrado)	m3	475.89	151.67	72,178.24
3,005	500031	Piedra para vereda h=15 cm	m3	713.83	26.46	18,887.94
4		SISTEMA DE DRENAJE (SUMIDEROS)				37,159.91
4,001	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	5.48	11.38	62.36
4,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	7.13	2.89	20.61
4,003	500011	Caja para sumidero(L=0.70m, a=0.40m, h=0.70m)	u	28.00	88.90	2,489.20
4,004	500012	SUM. INS. Rejilla Metálica para Sumidero	u	28.00	135.05	3,781.40
4,005	500010	SUM. INS. Tubo PVC Alcantarillado D=200 mm	m	2,738.00	11.10	30,391.80
4,006	500017	Encofrado de madera	m2	35.28	11.75	414.54
5		SISTEMA DE DRENAJE (SUBDREN)				15,926.96
5,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	240.00	3.68	883.20
5,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	312.00	2.89	901.68
5,003	500013	SUM. COL. de Geotextil NT 3000	m2	1,080.00	2.48	2,678.40
5,004	500014	SUM. INS. de tubería para subdren D=160 mm	ml	200.00	12.28	2,456.00
5,005	500032	Material filtrante de 2 a 4 pulg. de diámetro (Piedra)	m3	192.00	37.57	7,213.44
5,006	500033	Material filtrante arena	m3	48.00	37.38	1,794.24
6		SISTEMA DE DRENAJE (ALCANTARILLAS)				122,666.37
6,001		ALCANTARILLA TIPO CAJÓN				89,264.77
6,001,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	9.00	3.68	33.12
6,001,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	11.70	2.89	33.81
6,001,003	500017	Encofrado de madera	m2	521.14	11.75	6,123.40
6,001,004	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	201.46	156.64	31,556.69
6,001,005	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	23,859.84	2.12	50,582.86
6,001,006	508004	Replanto de Piedra, e=10 cm	m2	152.76	6.12	934.89
6,002		ALCANTARILLA CIRCULAR				14,396.26
6,002,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	161.30	3.68	593.58
6,002,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	209.69	2.89	606.00
6,002,003	500027	Tubería metálica corrugada D=1.90 m, esp=2.00 mm (Incluye accesorios)	ml	44.68	295.36	13,196.68
6,003		ALCANTARILLA CIRCULAR PARA DRENAJE DE CUNETAS				19,005.34
6,003,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	133.56	3.68	491.50



6,003,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	173.63	2.89	501.79
6,003,003	500025	Tubería metálica corrugada D=1.20m, esp=2.00mm (incluye accesorios)	ml	92.75	194.20	18,012.05
7		SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL				58,131.22
7,001	500022	Guardacaminos tipo viga doble	ml	297.00	108.31	32,168.07
7,002	500023	Marca de Pavimento (Pintura sobre la calzada)	ml	10,575.28	1.12	11,844.31
7,003	500021	Sello para señalización vertical	u	54.00	217.26	11,732.04
7,004	500024	SUM. INST. de Tachas reflectivas	u	221.00	10.80	2,386.80
8		MUROS DE CONTENCIÓN				266,010.00
8,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	532.52	3.68	1,959.67
8,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	692.27	2.89	2,000.66
8,003	500020	Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% Piedra. f'c = 180kg/m2	m3	1,976.54	132.58	262,049.67
9		DISEÑO DE ISLA PARA BUSES				30,830.90
9,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	4.80	3.68	17.66
9,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	6.24	2.89	18.03
9,003	500028	Isla para buses (Estructura metálica)	Global	12.00	2,520.00	30,240.00
9,004	500030	Hormigón Cemento Portland (f'c=180kg/cm2) (inclu. encofrado)	m3	3.60	151.67	546.01
9,005	508003	Replantillo de Piedra, e=5 cm	m2	2.00	4.60	9.20
10		INDEMNIZACIONES				219,158.96
10,001	500016	Reubicación de Postes de Ho hasta 12 metros de altura con máquina	u	38.00	215.32	8,182.16
10,002	522038	Casas y Viviendas	u	4.00	36,000.00	144,000.00
10,003	500035	Terrenos y Muros	Global	1.00	60,000.00	60,000.00
10,004	500036	Recuperación de pozos de revisión (Incluye brocal y tapa)	u	38.00	183.60	6,976.80
<b>SUBTOTAL</b>						2,444,304.75
<b>IVA</b>						12% 293,316.57
<b>TOTAL</b>						2,737,621.32

Son: DOS MILLONES SETECIENTOS TREINTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS VEINTE Y UNO CON 32/100 DÓLARES

### 9.3.2 PRESUPUESTO PARA PAVIMENTO RÍGIDO

Tabla 162 Presupuesto total de la obra (pavimento rígido)

Fuente: (SYSTEM, s. f.)

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
001		MOVIMIENTO DE TIERRAS				222,544.74
1,001	520002	Desbroce y limpieza	m2	35,753.48	1.52	54,345.29
1,002	522037	Replanteo y nivelación	m	2,643.82	3.01	7,957.90
1,003	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	21,546.53	3.68	79,291.23
1,004	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	28,010.49	2.89	80,950.32
2		ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO				1,673,014.43
2,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	11,685.25	3.68	43,001.71
2,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	20,664.53	2.89	59,720.49
2,003	500018	Subrasante Conformación y Compactación	m2	27,822.02	1.36	37,837.95
2,004	500037	Material de Mejoramiento (inclu. Transporte)	m3	5,564.40	21.90	121,860.45
2,005	500005	Base Clase II, Conformación y Compactación (inclu. transporte)	m3	4,173.30	26.32	109,841.33
2,006	500029	Losa Pavimento Hormigón f'c(28)=300 kg/cm2	m3	6,120.84	148.58	909,435.06
2,007	500006	Acero de Refuerzo, fy =4200Kg/cm2	kg	34,849.48	2.12	73,880.90
2,008	500007	Encofrado metálico para vías	ml	7,411.36	4.42	32,738.14
2,009	500008	Curado de superficie con aditivo químico	m2	27,822.02	0.61	16,971.43
2,012	500009	Corte y sellado de juntas con poliuretano incluye cordón e imprimante	ml	7,411.36	3.86	28,607.85
2,011	500004	Junta de madera para losa de hormigón	ml	1,191.87	2.04	2,431.41
2,010	500009	Relleno compactado con Material de Mejoramiento	m3	6,662.94	35.52	236,667.63
3		VEREDAS EN LA VÍA				139,348.18
3,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	1,586.30	3.68	5,837.58
3,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	2,062.18	2.89	5,959.70
3,003	508003	Replanteo de Piedra, e=5 cm	m2	7,931.46	4.60	36,484.72
3,004	500030	Hormigón Cemento Portland (f'c=180kg/cm2) (inclu. encofrado)	m3	475.89	151.67	72,178.24
3,005	500031	Piedra para vereda h=15 cms	m3	713.83	26.46	18,887.94
4		SISTEMA DE DRENAJE (SUMIDEROS)				37,159.91
4,001	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	5.48	11.38	62.36
4,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	7.13	2.89	20.61
4,003	500011	Caja para sumidero(L=0.70m, a=0.40m, h=0.70m)	u	28.00	88.90	2,489.20
4,004	500012	SUM. INS. Rejilla Metálica para Sumidero	u	28.00	135.05	3,781.40

4,005	500010	SUM. INS. Tubo PVC Alcantarillado D=200 mm	m	2,738.00	11.10	30,391.80
4,006	500017	Encofrado de madera	m2	35.28	11.75	414.54
5		SISTEMA DE DRENAJE (SUBDREN)				15,926.96
5,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	240.00	3.68	883.20
5,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	312.00	2.89	901.68
5,003	500013	SUM. COL. de Geotextil NT 3000	m2	1,080.00	2.48	2,678.40
5,004	500014	SUM. INS. de Tubería para subdren D=160 mm	ml	200.00	12.28	2,456.00
5,005	500032	Material filtrante de 2 a 4 pulg. de diámetro (Piedra)	m3	192.00	37.57	7,213.44
5,006	500033	Material filtrante arena	m3	48.00	37.38	1,794.24
6		SISTEMA DE DRENAJE (ALCANTARILLAS)				122,666.37
6,001		ALCANTARILLA TIPO CAJÓN				89,264.77
6,001,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	9.00	3.68	33.12
6,001,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	11.70	2.89	33.81
6,001,003	500017	Encofrado de madera	m2	521.14	11.75	6,123.40
6,001,004	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	201.46	156.64	31,556.69
6,001,005	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	23,859.84	2.12	50,582.86
6,001,006	508004	Replanto de Piedra, e=10 cm	m2	152.76	6.12	934.89
6,002		ALCANTARILLA CIRCULAR				14,396.26
6,002,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	161.30	3.68	593.58
6,002,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	209.69	2.89	606.00
6,002,003	500027	Tubería metálica corrugada D=1.90 m, esp=2.00 mm (Incluye accesorios)	ml	44.68	295.36	13,196.68
6,003		ALCANTARILLA CIRCULAR PARA DRENAJE DE CUNETAS				19,005.34
6,003,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	133.56	3.68	491.50
6,003,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	173.63	2.89	501.79
6,003,003	500025	Tubería metálica corrugada D=1.20m, esp=2.00mm (incluye accesorios)	ml	92.75	194.20	18,012.05
7		SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL				58,131.22
7,001	500022	Guardacaminos tipo viga doble	ml	297.00	108.31	32,168.07
7,002	500023	Marca de Pavimento (Pintura sobre la calzada)	ml	10,575.28	1.12	11,844.31
7,003	500021	Sello para señalización vertical	u	54.00	217.26	11,732.04
7,004	500024	SUM. INST. de Tachas reflectivas	u	221.00	10.80	2,386.80
8		MUROS DE CONTENCIÓN				266,010.00
8,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	532.52	3.68	1,959.67
8,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	692.27	2.89	2,000.66
8,003	500020	Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% Piedra. f'c = 180kg/m2	m3	1,976.54	132.58	262,049.67

9		DISEÑO DE ISLA PARA BUSES				30,830.90
9,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	m3	4.80	3.68	17.66
9,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	m3*Km	6.24	2.89	18.03
9,003	500028	Isla para buses (Estructura metálica)	Global	12.00	2,520.00	30,240.00
9,004	500030	Hormigón Cemento Portland (f'c=180kg/cm2) (inclu. encofrado)	m3	3.60	151.67	546.01
9,005	508003	Replantillo de piedra, e=5 cm	m2	2.00	4.60	9.20
10		INDEMNIZACIONES				219,158.96
10,001	500016	Reubicación de Postes de Ho hasta 12 metros de altura con máquina	u	38.00	215.32	8,182.16
10,002	522038	Casas y Viviendas	u	4.00	36,000.00	144,000.00
10,003	500035	Terrenos y Muros	Global	1.00	60,000.00	60,000.00
10,004	500036	Recuperación de pozos de revisión (Incluye brocal y tapa)	u	38.00	183.60	6,976.80
<b>SUBTOTAL</b>						2,784,791.67
<b>IVA</b>						12%
<b>TOTAL</b>						3,118,966.67

Son: TRES MILLONES CIENTO DIECIOCHO MIL NOVECIENTOS SESENTA Y SEIS CON 67/100 DÓLARES

#### 9.4 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE UN PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE

**Pavimento flexible:** Posee menos rigidez por lo tanto se deforma más y se produce mayores tensiones en la subrasante. Las deformaciones acumuladas se reflejan en los ahuellamientos de las calzadas y otras distorsiones del perfil de la vía.

##### Ventajas y desventajas:

- Posee menor costo de inversión pero mayor costo en mantenimientos.
- Mayor facilidad de rehabilitación o reconstrucción
- Se necesita mayores espesores en capas de soporte
- Menos viable desde el punto de vista económico para caminos de alto tránsito

La tabla 163 presenta el costo del pavimento flexible estimado para el proyecto de la vía C. Parroquial – Guncay:

Tabla 163 Presupuesto (pavimento flexible)

SUBTOTAL		\$	2,444,304.75
IVA	12%	\$	293,316.57
TOTAL		\$	2,737,621.32

Son: DOS MILLONES SETECIENTOS TREINTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS VEINTE Y UNO CON 32/100 DÓLARES

**Pavimento rígido:** Se tiene mayor distribución de cargas, dando como resultado tensiones bajas en la subrasante.

La tabla 164 presenta el costo del pavimento rígido estimado para el proyecto de la vía C. Parroquial – Guncay:

Tabla 164 Presupuesto (pavimento rígido)

SUBTOTAL		\$	2,784,791.67
IVA	12%	\$	334,175.00
TOTAL		\$	3,118,966.67

Son: TRES MILLONES CIENTO DIECIOCHO MIL NOVECIENTOS SESENTA Y SEIS CON 67/100 DÓLARES

**Presupuesto de mantenimiento:** Consiste en relacionar las necesidades financieras con la ejecución del conjunto de trabajos programados y específicos que demanda el mantenimiento de la vía.

Es necesario indicar que los costos de mantenimiento y rehabilitación comprenden un conjunto de acciones que deben realizarse para salvaguardar la estructura del pavimento. El deterioro durante su vida útil es una consecuencia de los efectos combinados del tráfico, la hidrología, la geología y el tiempo, etc.

La figura 101 muestra el costo inicial, mantenimiento y rehabilitación durante la vida útil del pavimento flexible:

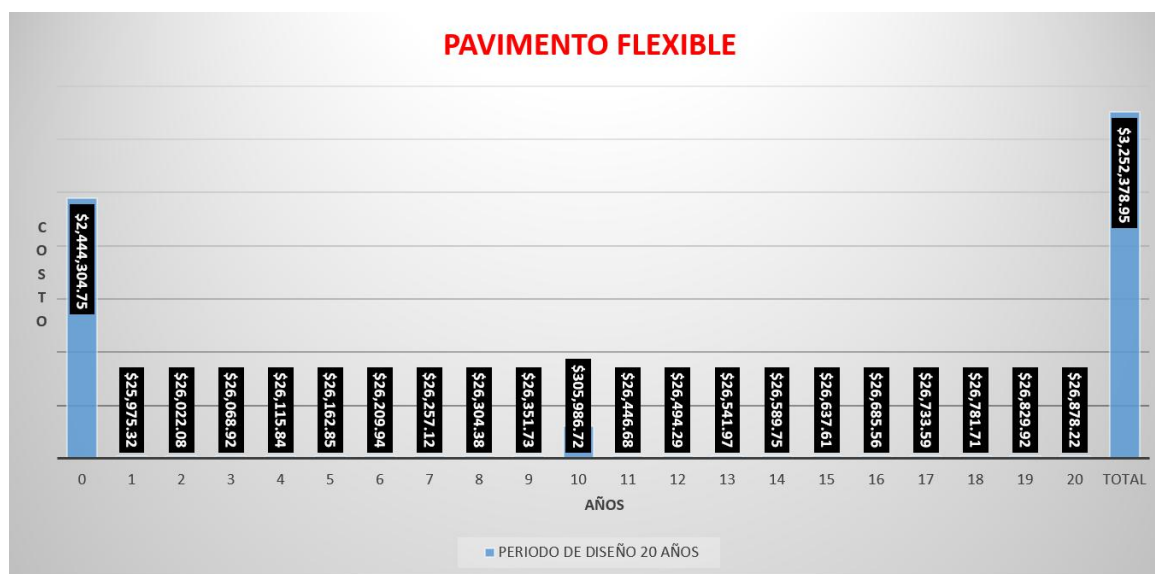


Figura 101 Costo inicial, mantenimiento y rehabilitación (pavimento flexible)

La tabla 165 presenta el costo inicial, mantenimiento y rehabilitación durante la vida útil del pavimento flexible:

Tabla 165 Presupuesto total de la obra (pavimento flexible)

0	\$	2,444,304.75	Costo del Proyecto	
1	\$25,975.32	\$235,468.17	Costo de Mantenimiento	\$808,074.20
2	\$26,022.08			
3	\$26,068.92			
4	\$26,115.84			
5	\$26,162.85			
6	\$26,209.94			
7	\$26,257.12			
8	\$26,304.38			
9	\$26,351.73			
10	\$305,986.72	\$305,986.72	Costo de Rehabilitación	
11	\$26,446.68	\$266,619.31	Costo de Mantenimiento	
12	\$26,494.29			
13	\$26,541.97			
14	\$26,589.75			
15	\$26,637.61			
16	\$26,685.56			
17	\$26,733.59			
18	\$26,781.71			
19	\$26,829.92			
20	\$26,878.22			
TOTAL	\$	3,252,378.95		

La figura 102 muestra el costo inicial, mantenimiento y rehabilitación durante la vida útil del pavimento rígido:



Figura 102 Costo inicial, mantenimiento y rehabilitación (pavimento rígido)

La tabla 166 presenta el costo inicial, mantenimiento y rehabilitación durante la vida útil del pavimento rígido:

**Tabla 166 Presupuesto total de la obra (pavimento rígido)**

Tabla 100. Presupuesto total de la obra (pavimento rígido)				
0	\$ 2,784,791.67	Costo del Proyecto		
1	\$21,025.32	\$190,596.06	Costo de Mantenimiento	\$707,443.64
2	\$21,063.17			
3	\$21,101.08			
4	\$21,139.06			
5	\$21,177.11			
6	\$21,215.23			
7	\$21,253.42			
8	\$21,291.67			
9	\$21,330.00			
10	\$301,036.72	\$301,036.72	Costo de Rehabilitación	
11	\$21,406.86	\$215,810.86	Costo de Mantenimiento	
12	\$21,445.39			
13	\$21,483.99			
14	\$21,522.66			
15	\$21,561.40			
16	\$21,600.21			
17	\$21,639.09			
18	\$21,678.04			
19	\$21,717.06			
20	\$21,756.15			
TOTAL	\$ 3,492,235.31			

#### 9.4 CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO

Ver anexo 5.

#### 9.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Ver anexo 6.

### 10. CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El mejoramiento de la vía Centro Parroquial, Santa Catalina, El Despacho, Santa Sofía y Guncay de la parroquia de El Valle, brinda un beneficio directo a las poblaciones afectadas por la proyecto, a su vez fomentará el progreso económico y turístico de la parroquia de El Valle, por ende del cantón Cuenca y la provincia del Azuay.





El estudio geométrico elaborado brindará al usuario una vía segura y confortable, ya que se diseñó en base a la Normativa Ecuatoriana Vial (NEVI) y las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras-2003 del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO), tomando en cuenta las indicaciones brindadas por el departamento de planificación del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Cuenca y aplicando los conocimientos y criterios adquiridos por los maestrantes. Al realizar los cálculos, el tráfico promedio diario anual al final del tiempo de vida útil fue de 1964 vehículos, la velocidad de diseño que se utilizó fue de 50 km/h, existiendo restricciones de velocidad de 30 km/h en las abscisas 0+080.00 m hasta 0+140.00 m, 1+360.00 m hasta 1+480.00m y 1+840.00 m hasta 2+040.00 m, además el radio mínimo en curva horizontal fue de 30 m, el peralte que se empleó fue del 8%, la pendiente más crítica utilizada es de 12.76%, el volumen de corte resultó ser de 37442.32 m<sup>3</sup> mientras que el relleno fue de 6662.94 m<sup>3</sup>. No se contempló el empleo de los sobreanchos para esta vía. Por último se utilizaron muros de alturas variables las cuales son 1, 2, 3 y 4 metros a lo largo de toda la longitud de la vía.

El diseño de la estructura del pavimento propone dos alternativas de construcción, la primera mediante la colocación de una capa de rodadura de hormigón asfáltico de 10 cm, la misma que está conformada por una capa de base de 14 cm, una capa de subbase de 30 cm y finalmente una capa de mejoramiento de 20 cm. La segunda alternativa está conformada por una capa de hormigón hidráulico de 22 cm en la que estará anclada mediante pasadores de 1 1/8 pulgadas y barras de anclaje de 3/4 pulgadas, con una capa de base de 15 cm y mejoramiento de 20 cm. La alternativa económicamente más viable es la de hormigón asfáltico.

La elaboración de los estudios de drenaje permite una adecuada conservación de la vía, esto debido a que ayudan a descargar las aguas generadas en la carpeta asfáltica, las infiltradas y las que presentan un cauce natural. Se diseñaron las alcantarillas transversales tanto del tipo cajón como alcantarillas circulares de diámetro de 1.2 m y 1.9 m (ver tabla 115 resumen de alcantarillas), además se diseñó sumideros para descargar el agua de las lluvias. De igual forma se efectuó el diseño de subdrenes entre las abscisas 1+950.00 hasta la 2+050.00, en ambos sentidos, la profundidad mínima de 1.5 m dependiendo del nivel freático, donde el diámetro de la tubería perforada que se empleó fue de 160 mm, recubierto de una capa de arena de 30 cm, material filtrante (piedra de 2 a 4 pulgadas de diámetro) con altura variable y geotextil. Finalmente se estimó los caudales en las cunetas en toda su longitud.

El tráfico promedio diario anual (TPDA) para la vía Centro Parroquial-Guncay resultó ser de 1147 vehículos/día. El nivel de servicio de la intersección semaforizada (vía a El Valle y C. Parroquial – Guncay ) para el año 2017 resultó ser “A”, lo que implica que está funcionando adecuadamente, en 5 años ósea en el año 2022 el nivel de servicio es de “A”, así también en el año 2027 la intersección ya no ofrecerá un adecuado nivel de serviciabilidad ya que el



nivel de servicio que se obtuvo resultó ser “E”. Al mismo tiempo se determinó mediante la simulación con el programa Synchro 8 el nivel de servicio para la intersección con la vía Monay Baguanchi Paccha, siendo esta del tipo permitida con disco pare, resultando ser “A”.

La implementación de una legible y adecuada señalización en la vía brindará la suficiente información al usuario que le permitirá viajar de forma segura a su destino. Para esto la señalización tanto horizontal como vertical se rigió en la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI) y a lo expuesto por el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. Además se indica la ubicación de las señales a lo largo del trayecto, y finalmente la incorporación de las islas de autobuses donde se determinó su dimensionamiento para incorporar en el proyecto.

La evaluación financiera del proyecto (para el pavimento flexible) permite determinar varios aspectos económicos que conllevan la ejecución y mantenimiento del proyecto vial. Inicialmente, se estimó el costo global del proyecto siendo de \$2,444,304.75, se determinó los costos de mantenimiento tanto rutinario \$22,435.32, periódico \$305,986.72 y emergente \$3,540.00, así también se estableció los beneficios sociales que produce la reconstrucción de una vía siendo un valor de \$425,096.44 por año. Se calculó los indicadores económicos tales como el valor actual neto (VAN) siendo de \$421,575.69, la tasa interna de retorno (TIR) de 14.71% estimado con una tasa interna de descuento al 12%. El costo beneficio determinado (B/C) es de \$1.17 esto quiere decir que por cada dólar invertido existe un beneficio de 0.17 centavos de dólar de excedente, lo que indica que los indicadores son positivos siempre y cuando se contemple un subsidio de inversión del 100% para el financiamiento.

Para el análisis de precios unitarios y presupuesto se requirió inicialmente las cantidades de obra de todas las actividades a realizarse en la vía, determinados mediante la hoja de cálculo electrónica en Microsoft Excel, y con el empleo de los programas de dibujo (AutoCAD Civil 3D). Mediante el programa INTERPRO 2010 se elaboró los análisis de precios unitarios, presupuesto, cronograma valorado. Los costos totales sin incluir el IVA del proyecto para pavimento flexible resultaron ser de \$2,444,304.75 mientras que para el pavimento rígido resultó ser de \$2,784,791.67. Los costos de mantenimiento para pavimento flexible fueron de \$808,074.20 y para el pavimento rígido de \$707,443.64. Al realizar un costo global de las dos alternativas propuestas se tiene que para pavimento flexible el valor asciende a \$3,252,378.95 mientras que para pavimento rígido es de \$3,492,235.31. Todos los valores aquí presentados no incluyen IVA. Al comparar ambas propuestas se determina que la alternativa económicamente más factible de construir es de pavimento flexible.



## RECOMENDACIONES

El Valle no tuvo un ordenamiento territorial adecuado en su formación, lo que ocasiona en la actualidad que este sector sea ya consolidado de esta manera, así también con lo dispuesto por el departamento de planificación de la Municipalidad de Cuenca, que el ancho de la vía se estableció en 12 m y 14 m, genera que el proyecto con el nuevo diseño geométrico, afecte algunos terrenos así como viviendas y muros. Ante lo expuesto para no afectar a la mayoría de beneficiarios de esta vía se propuso en algunos tramos evitar parcialmente y/o totalmente la colocación de veredas, así también en los taludes de corte y relleno donde se vieran afectadas viviendas colocar muros de hormigón ciclópeo.

Pese a que la mejor alternativa de la estructura de pavimento, según análisis realizado por los maestrantes, es el tipo de pavimento flexible, se recomienda que la entidad contratante interesada en la construcción de esta vía, analice ambas propuestas presentes en este estudio vial tanto su diseño como su precio final en pavimento flexible como pavimento rígido y así tome la mejor decisión en beneficio de la comunidad de El Valle,

Si bien existen estructuras funcionando para el drenaje de los cauces que se producen a lo largo de la vía, estas no cumplen la normativa geométrica con respecto al ancho, puesto que las mismas se las realizó siguiendo el trazado actual, es por ello que se deben colocar nuevas tuberías así como cajones adecuados al ancho propuesto en el diseño. Así también, se deberá llevar el agua que se recogen de las cunetas mediante los sumideros a las alcantarillas para luego depositar en la quebrada existente, respetando los linderos de terrenos o zonas boscosas para lo cual la entidad contratante deberá solicitar los respectivos pasos de servidumbre.

La señalización tanto horizontal como vertical con el pasar del tiempo tiende a deteriorarse rápidamente, esto debido a factores climáticos, derrumbes, calidad de los materiales o accidentes. Por esto es necesario dar un mantenimiento periódico a estos insumos ya que permitirá prolongar el tiempo de vida útil y brindar la información al usuario de una manera óptima.

Los beneficios que la vía Centro Parroquial - Guncay genera con su construcción conlleva a una mejor calidad de vida a los usuarios y habitantes de la zona, hablando en términos de desarrollo, pero los costos económicos que implica una inversión de esta magnitud son altos y a diferencia de otras obras de ingeniería civil, no generan recursos a la entidad contratante o las instituciones encargadas de su construcción. Es por ello que se recomienda gestionar los recursos económicos con organismos sean estos estatales o internacionales.



## BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO, 2004. (s.f.). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. Recuperado 19 de septiembre de 2017, a partir de <https://es.scribd.com/doc/90314957/AASHTO-2004-A-Policy-on-Geometric-Design-of-Highways-and-Streets>.
- Adrián Quilambaqui Reinoso. (2017, Agosto). Evaluación del diseño vial urbano utilizando resinas orgánicas para aumentar la capacidad soportante de la estructura de la vía. Cuenca - Ecuador.
- Aldo Baselli. (s.f.). Muro de contención de hormigón ciclópeo hoco. Su uso y características. Recuperado 31 de marzo de 2018, a partir de [http://www.mailxmail.com/muro-contencion-hormigon-ciclopeo-h-c-uso-caracteristicas\\_h](http://www.mailxmail.com/muro-contencion-hormigon-ciclopeo-h-c-uso-caracteristicas_h).
- American Association of State Highway and Transportation Officials, & National Cooperative Highway Research Program (Eds.). (1988). AASHTO guide for design of pavement structures. Washington, D.C.: AASHTO.
- American Society for Testing and Materials. (2003). West Conshohocken.
- Banco Central del Ecuador. (s.f.). Recuperado 29 de enero de 2018, a partir de [https://contenido.bce.fin.ec/resumen\\_ticker.php?ticker\\_value=inflacion\\_mensual](https://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=inflacion_mensual).
- Berger Louis, MTOP. (2003). Manual de diseño de Carreteras (Vol. 1). Quito, Ecuador: PROTECVIA CIA. Recuperado a partir de [https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera\\_2003-ecuador.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf).
- Cárdenas Grisales James. (2010, Noviembre). Ecoe Ediciones, Bogotá D.C.
- Castro David García. (01:31:03 UTC). Tipos de Subdrenajes. Engineering. Recuperado a partir de <https://www.slideshare.net/CastroDavidGarcia/tipos-de-subdrenajes-63724567>.
- Chow, V. T. (1998). Hidráulica de los canales abiertos. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill.
- David Telmo Durán Rodas. (2014, Fecha). Diseño preliminar de un camino vecinal de aproximadamente 900 metros de longitud que enlaza dos caminos vecinales, comuna San José, parroquia Manglaralto, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, Ecuador.
- Díaz Díaz, C. (2004). Metodología para la evaluación de los costos de la movilidad en el transporte público. Aplicación a la ciudad de Medellín (Colombia).
- Diógenes Urgilés R. (2014). Estudios Definitivos de Ingeniería, Socio Económicos, y de Impactos Ambientales para la Rehabilitación de la vía Cuenca – El Valle – Santa Ana – San Bartolomé – La Unión, ubicada en los cantones de Cuenca y Sigsig de la provincia del Azuay.
- Francisco A. Izquierdo Silvestre. (s.f.). Geotecnia y Cimientos. Departamento de Ingeniería del Terreno.




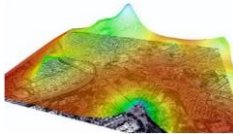

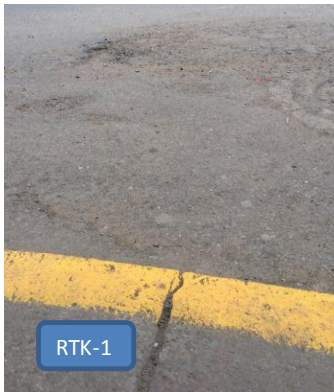

- Furones, Á. M. (2010). Sistema y Marco de Referencia Terrestre. Sistemas de Coordenadas. Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado a partir de <http://www.upv.es/unigeo/index/docencia/etsigct/astrologia/teoria/astrologiaT2.pdf>.
- Geodren. (2003). Sistema de drenaje con geodren. Recuperado a partir de <https://www.imgeocosta.com/espec/Geodren.pdf>.
- GEOVIAL. (2010). Estudios definitivos del proyecto: «acceso a los barrios Jaime Roldós y Pisulí» calle Machala - Pisulí e intercambiador.
- Greslly Somer Aroni Santi. (2014, Diciembre). Primer trabajo pavimentos. Recuperado a partir de <https://es.slideshare.net/gresllysomeronisanti/primer-trabajo-pavimentos-42698360>.
- Guía de Planificación de Sistemas BRT. (2010). Recuperado a partir de <https://3gozaa3xxbpb499ejp30lxc8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2014/07/23.-BRT-Guide-Spanish-Parte-3.pdf>.
- Henderson, F. M. (1966). Open Channel Flow Fluid Dynamics Force. Recuperado a partir de <https://es.scribd.com/doc/136483721/Open-Channel-Flow-Henderson>.
- Husch, D., Albeck, J., & Trafficware, L. (2006). Synchro Studio 8: Synchro plus SimTraffic and 3D viewer. Sugar Land, TX: Trafficware.
- Infoproductor Precios. (s.f.). Recuperado 17 de enero de 2018, a partir de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/infoproductor-precios>.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011, Octubre 28). Reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 - Señalización vial. Parte 1 señalización vertical.
- Jacob Carciente. (1985). Carreteras Estudio y Proyecto. Ediciones Vega s.r.l.
- Juan Pablo Toledo Espejo. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) El Valle.
- Límites de Atterberg. (2017, Agosto 19). En Wikipedia, la enciclopedia libre. Recuperado a partir de [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=L%C3%ADmites\\_de\\_Atterberg&oldid=101230254](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=L%C3%ADmites_de_Atterberg&oldid=101230254).
- Luis Ricardo Vásquez Varela. (2004). Cálculo de las ecuaciones AASHTO 1993 (2.0).
- Mejía Iván. (2017, Septiembre 11). Análisis y propuesta de solución integral al congestionamiento vehicular que se produce en la Av. 24 de Mayo y vía al Valle, de la ciudad de Cuenca (Titulación Magister en Ingeniería en Vialidad y Transportes). Universidad de Cuenca. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28111/1/Trabajo%20de%20titulacion.pdf>.



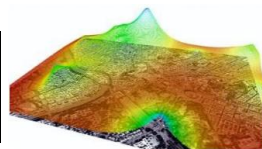
- Mejía Miguel. (1982). Criterios Básicos para el Diseño Geométrico de Carreteras M-012. Criterios Básicos, Republica Dominicana. Recuperado a partir de <https://es.slideshare.net/IndiTej/r012-diseño-geometrico-de-carreteras>.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014, Agosto 19). Norma ecuatoriana de la construcción - NEC.
- Ministerio de Energía y Minas. (1999). Estudio de Lluvias intensas. Quito de Ecuador. INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología).
- Ministerio de Transporte Y Obras Públicas. (2003). Normas de Diseño Geométrico de Carreteras-2003.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2003). Reglamento Nacional de Vehículos.
- Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP. (2013). Norma para Estudios y Diseños Viales. Quito de Ecuador.
- Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP. (2013). Especificaciones Generales Para la Construcción de Caminos y Puentes. Quito de Ecuador.
- Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP. (2013). Procedimientos de Operación y Seguridad Vial. Capítulo 5.400. Señalización de Tránsito. Quito de Ecuador.
- Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP. (2013). Diseño Hidráulico de Estructuras de drenaje. Capítulo 2B.200. Quito de Ecuador.
- Montejo Fonseca, A. (1998). Ingeniería de pavimentos para carreteras. Santafé de Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- National Research Council (U.S.) (Ed.). (2000). Highway capacity manual. Washington, D.C: Transportation Research Board, National Research Council.
- Oscar V. Cordo. (1998). Curso de actualización de diseño estructural de caminos método AASHTO 93 (Tercera edición). Universidad de San Juan.
- PAVCO. (2000). Manual de Linea Subdrenaje. Recuperado 8 de noviembre de 2017, a partir de <https://es.scribd.com/document/274600902/Manual-Subdrenaje>.
- Pavement Engineering: principles and practice. (2018). Boca Raton: CRC PRESS.
- Rodríguez, Á. S. (s. f.). Diseño y ejecución de las estabilizaciones con cal.
- Secretaria Nacional de Planificación Y Desarrollo. (2012, Mayo 28). Registro oficial distritos y circuitos.
- Urgilés Diógenes. (2014). Rehabilitación de la Vía Cuenca-El Valle-Santa Ana-San Bartolomé-La Unión (Informe Final).
- Villón B, & Máximo. (2004). Hidráulica de canales. Cartago: Editorial tecnológica de Costa Rica.

## ANEXOS

## ANEXO 1: RTK PUNTOS DE CONTROL

		<b>UBICACIÓN DE 5 VERTICES IGM PARA EL ESTUDIO TOPOGRAFICO Y LEVANTAMIENTO PARCIAL PREDIAL PARA 2.8 KM DE LA VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA</b>		
<b>ORDEN:</b> RTK	<b>FECHA:</b> AGOSTO 2017	<b>VERTICE - ID DE PUNTO</b> RTK-1		
<b>PROVINCIA:</b> AZUAY	<b>CANTON:</b> CUENCA	<b>PARROQUIA:</b> EL VALLE		
<b>COORDENADAS PLANAS UTM WGS 84</b>				
<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA ELIPSOIDAL</b>	<b>ZONA</b>	
<b>9675156.852</b>	<b>726078.053</b>	<b>2560.027</b>	<b>17 S</b>	
<b>UBICACIÓN</b>				
				
<b>FOTOGRAFIA EN PLANTA</b>		<b>FOTOGRAFIA</b>		
				
<b>MONUMENTACIÓN:</b> CLAVO DE ACERO				
<b>OBSERVACIONES:</b> POSICIONADO EN MODO GPS				
<b>ELABORADO POR:</b> ING. ANDRES AUQUILLA		<b>POSICIONADO POR:</b> ING. ANDRES AUQUILLA		





<b>ORDEN:</b> RTK	<b>FECHA:</b> AGOSTO 2017	<b>VERTICE - ID DE PUNTO</b> RTK-2
<b>PROVINCIA:</b> AZUAY	<b>CANTON:</b> CUENCA	<b>PARROQUIA:</b> EL VALLE

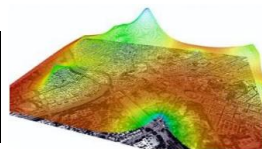
COORDENADAS PLANAS UTM WGS 84			
NORTE	ESTE	COTA ELIPSOIDAL	ZONA
9675163.467	726062.592	2559.551	17 S

**UBICACIÓN**



FOTOGRAFIA EN PLANTA	FOTOGRAFIA

<b>MONUMENTACIÓN:</b> CLAVO DE ACERO	
<b>OBSERVACIONES:</b> POSICIONADO EN MODO GPS	
<b>ELABORADO POR:</b> ING. ANDRES AUQUILLA	<b>POSICIONADO POR:</b> ING. ANDRES AUQUILLA





<b>ORDEN:</b> RTK	<b>FECHA:</b> AGOSTO 2017	<b>VERTICE - ID DE PUNTO</b> RTK-3
<b>PROVINCIA:</b> AZUAY	<b>CANTON:</b> CUENCA	<b>PARROQUIA:</b> EL VALLE

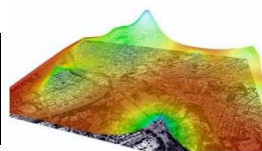
COORDENADAS PLANAS UTM WGS 84			
NORTE	ESTE	COTA ELIPSOIDAL	ZONA
9676267.051	726673.424	2503.555	17 S

**UBICACIÓN**



FOTOGRAFIA EN PLANTA		FOTOGRAFIA
		

<b>MONUMENTACIÓN:</b> PLACA DE COBRE EN CILINDRO DE HORMIGON	
<b>OBSERVACIONES:</b> POSICIONADO EN MODO GPS	
<b>ELABORADO POR:</b> ING. ANDRES AUQUILLA	<b>POSICIONADO POR:</b> ING. ANDRES AUQUILLA



<b>ORDEN:</b> RTK	<b>FECHA:</b> AGOSTO 2017	<b>VERTICE - ID DE PUNTO</b> RTK-4
<b>PROVINCIA:</b> AZUAY	<b>CANTON:</b> CUENCA	<b>PARROQUIA:</b> EL VALLE

**COORDENADAS PLANAS UTM WGS 84**

<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA ELIPSOIDAL</b>	<b>ZONA</b>
<b>9677418.283</b>	<b>726403.872</b>	<b>2503.916</b>	<b>17 S</b>

**UBICACIÓN**



**FOTOGRAFIA EN PLANTA**



**FOTOGRAFIA**



**MONUMENTACIÓN:**

PLACA DE COBRE EN CILINDRO DE HORMIGON

**OBSERVACIONES:**

POSICIONADO EN MODO GPS

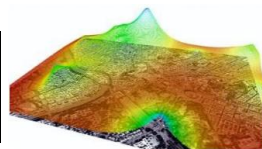
**ELABORADO POR:**

ING. ANDRES AUQUILLA

**POSICIONADO POR:**

ING. ANDRES AUQUILLA







<b>ORDEN:</b> RTK	<b>FECHA:</b> AGOSTO 2017	<b>VERTICE - ID DE PUNTO</b> RTK-5
<b>PROVINCIA:</b> AZUAY	<b>CANTON:</b> CUENCA	<b>PARROQUIA:</b> EL VALLE

COORDENADAS PLANAS UTM WGS 84			
NORTE	ESTE	COTA ELIPSOIDAL	ZONA
<b>9677423.634</b>	<b>726372.82</b>	<b>2501.057</b>	<b>17 S</b>

**UBICACIÓN**



FOTOGRAFIA EN PLANTA		FOTOGRAFIA
		

<b>MONUMENTACIÓN:</b> PLACA DE COBRE EN CILINDRO DE HORMIGON	
<b>OBSERVACIONES:</b> POSICIONADO EN MODO GPS	
<b>ELABORADO POR:</b> ING. ANDRES AUQUILLA	<b>POSICIONADO POR:</b> ING. ANDRES AUQUILLA

## LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA GUNCAI - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

COORDENADAS UTM-WGS84

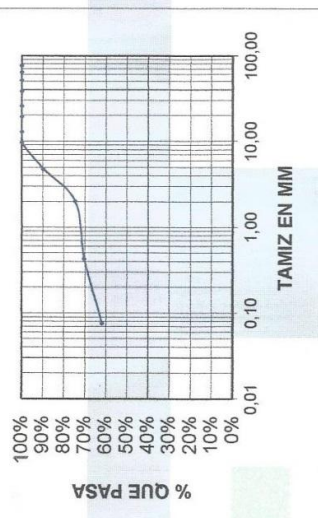
726421E

9677402N

**ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL**  
 Dirección: Carretera Chacabamba 1.71 y Juan de Velasco  
 Cuenca - Ecuador  
 POZO Nº 1 PROF: 0,30-1,70 mts

## ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

TAMIZ	P. RET.	P. RET.	%	%
M.M.	U.S	PARC. (GR.)	ACUM. (GR.)	PASA
76.200	3"	0	0	0,00%
63.500	2 1/2"	0	0	0,00%
50.800	2"	0	0	0,00%
38.100	1 1/2"	0	0	0,00%
25.400	1"	0	0	0,00%
19.050	3/4"	0	0	0,00%
12.700	1/2"	0	0	0,00%
9.525	3/8"	0	0	0,00%
4.750	Nº. 4	236	236	10,30%
PASA Nº. 4		2.056		89,70%
TOTAL		2292		
2.000	Nº. 10	84,00	84	25,37%
0,425	Nº. 40	24,00	108	29,67%
0,075	Nº. 200	47,00	155	38,10%
TOTAL		500,00		61,90%

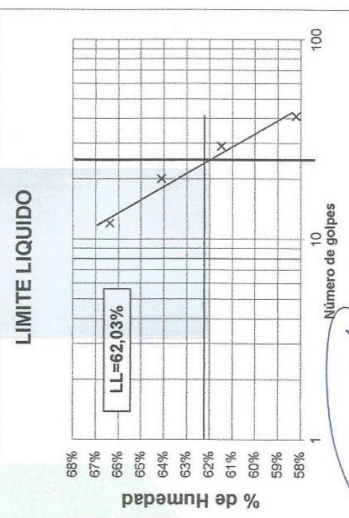


GRAVA G =	10,30%
ARENA S =	27,81%
FINOS F =	61,90%

HN =	23,52%
LL =	62,03%
LP =	28,79%
IP =	33,24%

CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHO	A-7-6
IG	16

ARCILLA - ARENOSA  
 PLASTICA COLOR NEGRA  
 CON MINORITARIA  
 PRESENCIA DE GRAVAS



HUMEDAD	PESO	PESO	PESO	%
NATURAL	HUM.(GR.)	SECO. (GR.)	CAPS.(GR.)	HUMEDAD
*	24,52	21,49	8,75	23,78%
	26,22	22,80	8,10	23,27%

LÍMITE LÍQUIDO	PESO	PESO	PESO	%
NUMERO	HUM.(GR.)	SECO. (GR.)	CAPS.(GR.)	HUMEDAD
12	30,35	21,50	8,17	66,39%
20	27,45	19,86	8,02	64,10%
29	29,46	21,32	8,08	61,48%
41	28,07	20,66	7,93	58,21%
LÍMITE LÍQUIDO				62,03%

LÍMITE PLÁSTICO	PESO	PESO	PESO	%
	HUM.(GR.)	SECO. (GR.)	CAPS.(GR.)	HUMEDAD
	14,41	13,11	8,50	28,20%
	14,78	13,38	8,64	29,54%
	14,07	12,83	8,50	28,64%
				28,79%

**SUELOTEC**  
 ASesoría en Ingeniería Civil  
 ING. RODRIGO PESANTEZ  
 GERENTE  
 TEL.FS.: 0987 204-385 / 0984 858-274



# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA  
GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON  
CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

## ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO Nº 1

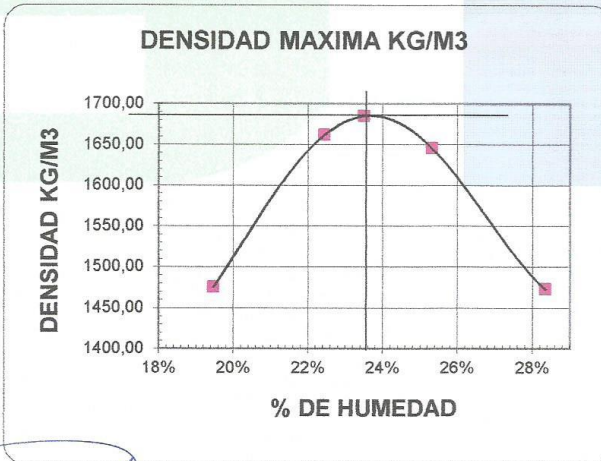
No. DE CAPAS	P. MARTILLO				ALT. CAIDA
5	10 LBS				18 PULG.
MOLDE No.	1	2	3	4	5
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	10.000	10.574	10.633	10.270	
PESO MOLDE (GR)	6.277	6.277	6.277	6.277	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.723	4.297	4.356	3.993	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.112	2.112	2.112	2.112	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.763	2.035	2.063	1.891	

MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	71,53	64,15	52,70	54,00	
P. CAPSULA+SUELO SECO	61,22	53,92	43,75	43,88	
PESO CAPSULA	8,25	8,33	8,40	8,19	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	19,46%	22,44%	25,32%	28,36%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.476	1.662	1.646	1.473	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1.685
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	23,50%
----------------	--------



  
ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA  
GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA -  
PROVINCIA DEL AZUAY

ENSAYO DE CBR

POZO Nº 1

NUMERO DE CAPAS	5					
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.642	13.707	13.288	13.400	13.111	13.290
PESO MOLDE	9.212	9.212	9.050	9.050	9.109	9.109
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.111	2.111	2.108	2.108	2.109	2.109

CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	75,26	71,39	70,33	66,33	77,15	74,25
P. MUESTRA SECA + TARRO	61,51	58,03	57,53	53,23	62,86	58,76
PESO DEL TARRO	6,29	6,88	6,82	6,64	6,75	7,39
% DE HUMEDAD	24,90%	26,12%	25,24%	28,12%	25,47%	30,15%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	1,22%		2,88%		4,68%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,099	2,129	2,010	2,064	1,898	1,982
DENSIDAD SECA	1,681	1,688	1,605	1,611	1,513	1,523

  
ING- RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELFs.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 866363 Cuenca - Ecuador



# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA -  
PROVINCIA DEL AZUAY

## ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

POZO Nº 1

FECHA	TIEMPO TRANS. DIAS	4.5 PULG.				AREA DEL PISTON				3 PULG.*2	
		No. GOLPES/CAPA		55,00		25,00		No. GOLPES/CAPA		10,00	
		L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	No. MUEST. PULG.	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	No. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	
	0,00	0,000	4,500	0,00%	0,000	4,500	0,000	0,00%	4,500	0,00%	
	1,00	28,000	4,528	0,62%	52,000	4,552	86,000	1,16%	4,586	1,91%	
	2,00	70,000	4,570	1,56%	101,000	4,601	135,000	2,24%	4,635	3,00%	
	3,00	85,000	4,585	1,89%	112,000	4,612	144,000	2,49%	4,644	3,20%	

## ENSAYO DE PENETRACION

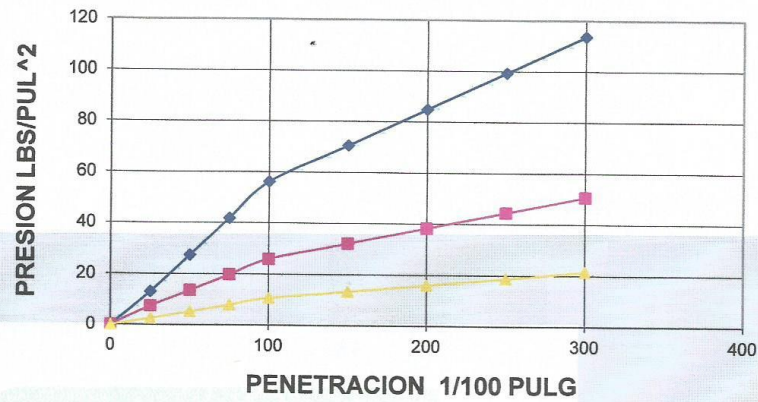
PENET. EN PULG.	CONSTANTE DEL ANILLO				AREA DEL PISTON				3 PULG.*2			
	No. GOLPES/CAPA		55,00		25,00		No. GOLPES/CAPA		10,00		VALOR	
	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR
0	0	0			0	0			0	0		
25	39	13			22	7			7	2		
50	82	27			41	14			16	5		
75	125	42			59	20			24	8		
100	169	56	1,000	5,62%	78	26	1,000	2,59%	32	11	1,000	1,06%
150	212	71			96	32			40	13		
200	255	85			115	38			48	16		
250	298	99			133	44			56	19		
300	341	114			152	51			64	21		

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

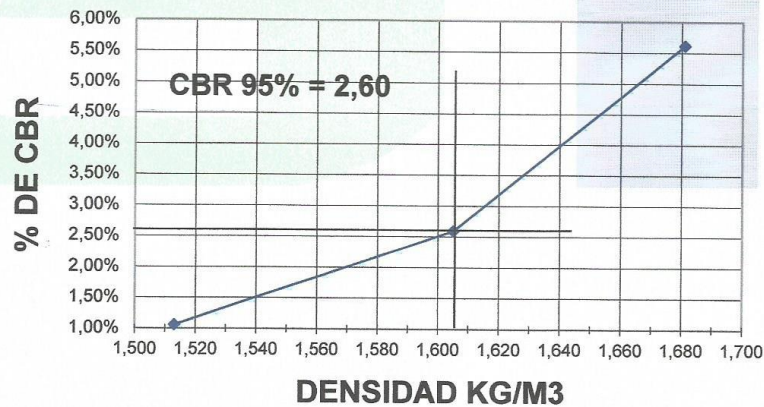
**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TEL: 0987 204-385 / 0984 858-274

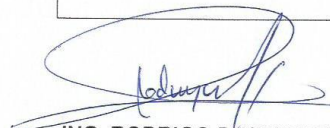
## LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

### PENETRACION



### CBR



  
ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF.S.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador



# ENSAYOS DE COMPRESION SIMPLE

PROYECTO: VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE

POZO N° 1 PROF: 0,30 - 1,70 mts

## ENSAYOS DE COMPRESION SIMPLE

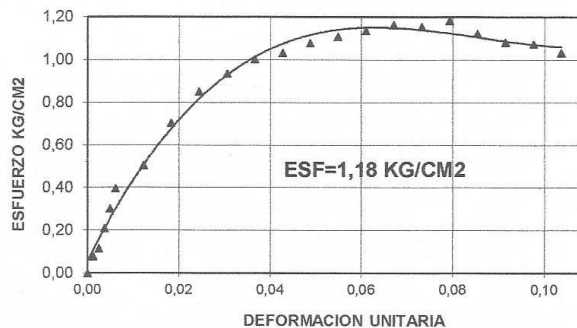
DATOS DE LA MUESTRA	
Diámetro	: 3,10 cm
Altura	: 8,20 cm
Volumen	: 61,89 cm
Peso	: 101,30 gr
Densidad	: 1637 gr/cm3

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso Humedo	52,22 gr
Peso Seco	43,33 gr
Peso Capsula	5,60 gr
Humedad %	23,50%

## DATOS DE LA PRUEBA

LECTURA Deformacion 0,001mm	Carga Dial	Deform. Unit	Carga Kg	Area Corregida cm2	Tensión Desviante Kg/cm2
0	0	0,0000	0,0000	7,5477	0,00
10	3	0,0012	0,5860	7,5569	0,08
20	5	0,0024	0,8701	7,5661	0,12
30	10	0,0037	1,5805	7,5754	0,21
40	15	0,0049	2,2910	7,5847	0,30
50	20	0,0061	3,0018	7,5940	0,40
100	26	0,0122	3,8551	7,6409	0,50
150	37	0,0183	5,4203	7,6883	0,70
200	45	0,0244	6,5593	7,7364	0,85
250	50	0,0305	7,2715	7,7850	0,93
300	54	0,0366	7,8414	7,8343	1,00
350	56	0,0427	8,1264	7,8842	1,03
400	59	0,0488	8,5539	7,9348	1,08
450	61	0,0549	8,8390	7,9859	1,11
500	63	0,0610	9,1242	8,0378	1,14
550	65	0,0671	9,4094	8,0903	1,16
600	65	0,0732	9,4094	8,1436	1,16
650	67	0,0793	9,6946	8,1975	1,18
700	64	0,0854	9,2668	8,2521	1,12
750	62	0,0915	8,9816	8,3075	1,08
800	62	0,0976	8,9816	8,3637	1,07
850	60	0,1037	8,6965	8,4206	1,03

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE



ING. RODRIGO PESANTEZ .  
CICA 1395

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELFs.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL**

Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 666383 Cuenca - Ecuador

## REGISTRO FOTOGRAFICO

### POZO 1







## RESUMEN DE RESULTADOS

### PARAMETROS GEOTECNICOS ESPECIFICOS PARA DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.

RESUMEN DE RESULTADOS							
	GRADACION			Limites de Atterberg			
POZO	GRAVA	ARENA	FINOS	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE DE PLASTICIDAD	INDICE DE GRUPO
P1	10,30 %	27,81 %	61,90 %	23,52 %	62,03 %	33,24 %	16

RESUMEN DE RESULTADOS				
DENSIDAD MAXIMA (kg/m <sup>3</sup> )	HUMEDAD OPTIMA	CBR 95%	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION ASSHTO
1.685	23,50 %	2,60	CH	A-7-6

### PARAMETROS GEOTECNICOS ESPECIFICOS PARA DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN

RESUMEN DE RESULTADOS				
POZO	Cohesion c (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de friccion interno $\phi$ (°)	$\gamma$ (Kg/m <sup>3</sup> )	OBSERVACIONES
P1	0,55	0	1620	Se ha considerado suelo cohesivo puro

### **EMPUJE LATERAL**

Para el diseño de muros y estructuras de retención, que sean necesarias para el proyecto, en las inmediaciones donde se realizó esta perforación; se puede asumir el empuje activo del suelo, con los correspondientes factores de seguridad que el diseñador de dichos elementos considere necesario.

Para la estimación del empuje activo se utiliza la teoría de empuje de tierras de Rankine que tiene la siguiente formulación:

$$\sigma_h = k_a \cdot \sigma_v - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a}$$

$$k_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Donde:

$\sigma_h$ : Esfuerzo horizontal en kg/m<sup>2</sup>

$\sigma_v$ : Esfuerzo vertical en kg/m<sup>2</sup>

$k_a$ : Coeficiente de empuje activo

$\phi$ : Angulo de fricción interna del suelo en grados

$c$ : Cohesión del suelo en kg/m<sup>2</sup>

$z_0$  = altura de corte sin sustentación lateral

En base a la ecuación anterior y luego de realizar algunas operaciones, la ecuación para el empuje lateral de tierras de Rankine es:

$$k_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$z_0 = \frac{2c}{\gamma \sqrt{k_a}}$$

Para el presente caso al tener un suelo arcilloso plástico, cohesivo puro, el coeficiente de empuje activo ( $k_a$ ), teniendo un ángulo de fricción interna de 0°; será  $k_a = 1.00$ .

Teniendo en cuenta la mala calidad de la subrasante encontrada, se debería analizar la opción de rellenar la parte posterior de los muros con material de préstamo tipo mejoramiento, el cual deberá ser conformado y compactado en capas de 30 cm.; el porcentaje de compactación mínimo a exigir en cada capa será de 95% con relación al establecido en laboratorio mediante ensayo AASHO T-180D.

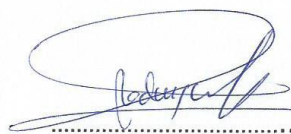
Se recomienda que el material de mejoramiento a utilizar cumpla las siguientes características:

- ✓ La porción del agregado que pase el tamiz No. 40 deberá presentar un Límite Líquido menor a 35 y un Índice de Plasticidad no superior a 12,



según lo prescrito en las normas AASHTO T-89 y T-90. – peso específico mayor a 1.90 Tn/m<sup>3</sup>, ángulo de fricción interna mayor a 32°. La granulometría deberá cumplir los siguientes rangos:

TAMIZ	% QUE PASA
4"	100%
Nº. 4	50 – 90%
No. 200	0 – 20%



ING. RODRIGO PESÁNTEZ L.  
Master en Geología y Geotecnia  
SENESCYT  
1007-2016-1756770

Ing. Rodrigo Pesántez L., MSc

SENESCYT: 1007-2016-1756770

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA GUNCAI - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

COORDENADAS UTM-WSGS84

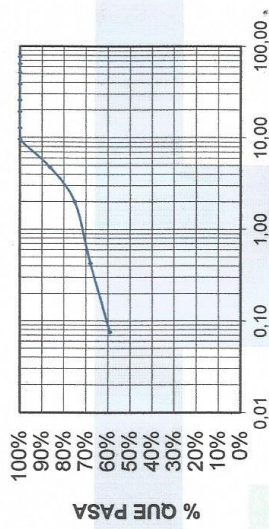
726447E

9677076N

## ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

POZO Nº 2 PROF: 0.30-1.70 mts. Ecuador

TAMIZ	M.M.	U.S	P. RET. PARC. (GR.)	P. RET. ACUM. (GR.)	% RET.	% PASA
76.200	3"	0	0	0	0.00%	100.00%
63.500	2 1/2"	0	0	0	0.00%	100.00%
50.800	2"	0	0	0	0.00%	100.00%
38.100	1 1/2"	0	0	0	0.00%	100.00%
25.400	1"	0	0	0	0.00%	100.00%
19.050	3/4"	0	0	0	0.00%	100.00%
12.700	1/2"	0	0	0	0.00%	100.00%
9.525	3/8"	0	0	0	0.00%	100.00%
4.750	Nº. 4	419	419	419	13.55%	86.45%
PASA Nº. 4			2,673			
TOTAL			3092			
2.000	Nº. 10	65.00	65.00	65	24.79%	75.21%
0.425	Nº. 40	42.00	107	107	32.05%	67.95%
0.075	Nº. 200	51.00	158	158	40.87%	59.13%
TOTAL			500.00			



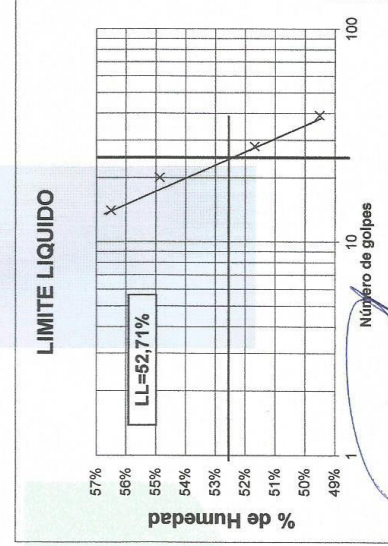
TAMIZ EN MM

GRAVA G =	13.55%
ARENA S =	27.32%
FINOS F =	59.13%

HN =	21.17%
LL =	52.71%
LP =	29.70%
IP =	23.02%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	MH
AASHO	A-7.6
IG	12

LIMOS ARENO -  
ARCILLOSOS DE  
MEDIANA PLASTICIDAD  
COLOR CAFÉ OSCURO,  
CON MINORIA  
PRESENCIA DE GRAVA



LIMITE LIQUIDO

LL=52,71%

HUMEDAD	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
NATURAL	23.60	20.70	7.10	21.32%
	25.75	22.50	7.03	21.01%

### LIMITE LIQUIDO

NUMERO GOLPES	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
14	29.47	21.45	7.26	56.52%
20	26.57	19.70	7.18	54.87%
28	28.35	21.15	7.22	51.69%
39	27.10	20.46	7.05	49.52%
LIMITE LIQUIDO				52.71%

LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO.(GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	13.52	12.15	7.58	29.98%
	13.88	12.41	7.65	30.88%
	13.06	11.88	7.70	28.23%
				29.70%

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF5.: 0987 204-385 / 0984 858-274

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA  
GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON  
CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

## ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO N° 2

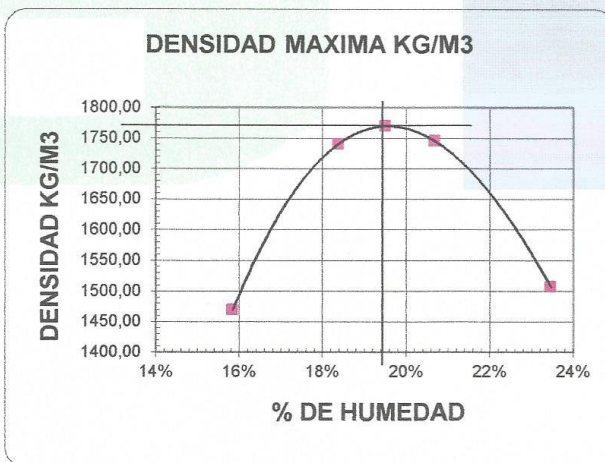
No. DE CAPAS	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
5					
MOLDE No.	1	2	3	4	5
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	9.516	10.272	10.370	9.851	
PESO MOLDE (GR)	5.930	5.930	5.930	5.930	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.586	4.342	4.440	3.921	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.107	2.107	2.107	2.107	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.702	2.061	2.107	1.861	

MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	70,77	63,57	52,65	54,37	
P. CAPSULA+SUELO SECO	62,10	54,86	44,93	45,43	
PESO CAPSULA	7,37	7,47	7,60	7,32	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	15,84%	18,38%	20,68%	23,46%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.469	1.741	1.746	1.507	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1.770
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	19,50%
----------------	--------



  
ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELFs.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 972 866363 - Cuenca - Ecuador



# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA GUNCAY  
- EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA -  
PROVINCIA DEL AZUAY

ENSAYO DE CBR

POZO N° 2

NUMERO DE CAPAS	5					
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.810	13.880	13.336	13.420	13.341	13.470
PESO MOLDE	9.295	9.295	9.108	9.108	9.297	9.297
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.132	2.132	2.110	2.110	2.120	2.120

CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	75,28	71,66	70,33	66,38	77,15	74,28
P. MUESTRA SECA + TARRO	63,88	60,27	59,97	55,87	65,47	61,77
PESO DEL TARRO	6,30	6,95	6,84	6,66	6,80	7,50
% DE HUMEDAD	19,80%	21,36%	19,50%	21,36%	19,91%	23,05%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	1,56%		1,86%		3,14%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,118	2,151	2,004	2,044	1,908	1,968
DENSIDAD SECA	1,768	1,772	1,677	1,684	1,591	1,599

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELFs.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA -  
 PROVINCIA DEL AZUAY

## ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

ALT. DEL MOLDE		4.5 PULG.				AREA DEL PISTON				3 PULG.'2	
FECHA	TIEMPO TRANS. DIAS	No. GOLPES/CAPA		55,00		No. GOLPES/CAPA		25,00		No. GOLPES/CAPA	
		L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %		L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %		L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.
	0,00	0,000	4,500	0,00%		0,000	4,500	0,00%		0,000	4,500
	1,00	5,000	4,505	0,11%		20,000	4,520	0,44%		47,000	4,547
	2,00	25,000	4,525	0,56%		48,000	4,548	1,07%		89,000	4,589
	3,00	33,000	4,533	0,73%		53,000	4,553	1,18%		95,000	4,595

## ENSAYO DE PENETRACION

CONSTANTE DEL ANILLO				AREA DEL PISTON				3 PULG.'2			
PENET. EN PULG.	CARGA LBS	No. GOLPES/CAPA		55,00		No. GOLPES/CAPA		25,00		No. GOLPES/CAPA	
		PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR		PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR		PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2
0	0	0				0				0	
25	43	14				9				5	
50	87	29				19				9	
75	131	44				28				13	
100	172	57	1,000	5,73%		37	1,000	3,70%		17	1,000
150	220	73				46				21	
200	264	88				56				25	
250	308	103				65				29	
300	352	117				74				33	

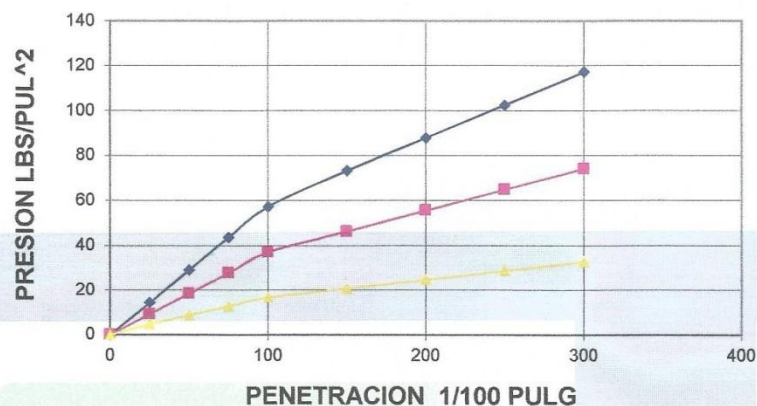
ING. RODRIGO PESANTEZ  
 GERENTE

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

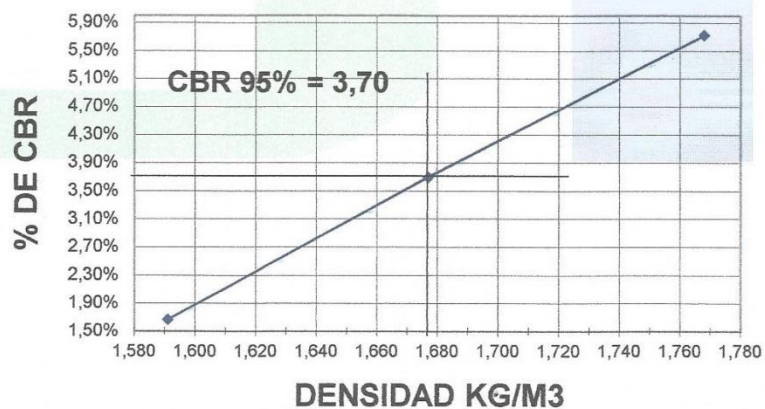


## LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

### PENETRACION



### CBR



  
 ING. RODRIGO PESANTEZ  
 GERENTE

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL**  
 Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
 Telf.: 972 865383 Cuenca - Ecuador

**SUELOTEC S.A.**

## LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Proyecto: VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE		
		POZO No 2
	Carga: 40 Kg.	Profundidad: 1,00 a 3,00 m
Ensayo: 3	Constante de anillo: 0,1284 Kg	Esfuerzo normal aplicado: 2,037 Kg/cm <sup>2</sup>

Datos del Ensayo					
Peso anillo (gr):	134				
Peso anillo + muestra (gr):	222,1				
Peso muestra inicial (gr):	86,7	Diámetro (cm):	5	Área (cm2):	19,635

[illegible]

# SUCLOTEC

ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL

TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274



**SUELOTEC S.A.**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES**  
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

Proyecto: VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE			
			POZO No 2
Ensayo: 2	Carga: 20 Kg.	Profundidad: 1,00 a 3,00 m	
	Constante de anillo: 0,1284 Kg	Esfuerzo normal aplicado: 1,018 Kg/cm <sup>2</sup>	

Datos del Ensayo				
Peso anillo (gr):	135,5			
Peso anillo + muestra (gr):	223,6			
Peso muestra inicial (gr):	88,1	Diámetro (cm):	5	Área (cm²): 19,635

[illegible]

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES**  
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

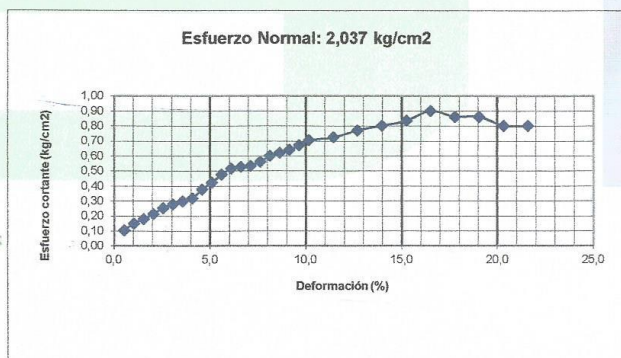
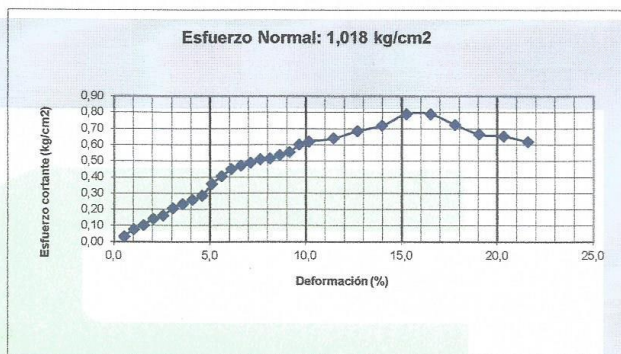
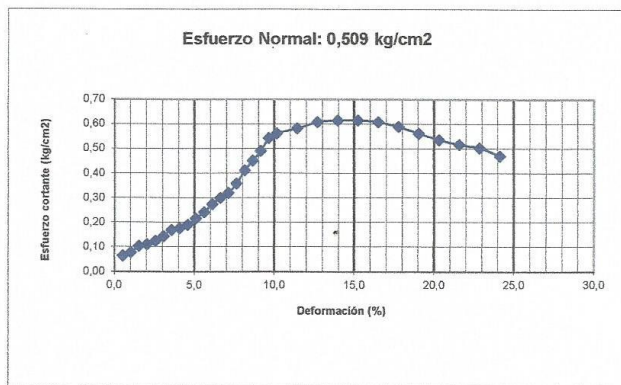
Proyecto: VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE		POZO No 2
	Carga: 10 Kg.	Profundidad: 1,00 a 3,00 m
Ensayo: 1	Constante de anillo: 0,1284 Kg	Esfuerzo normal aplicado: 0,509 Kg/cm <sup>2</sup>

Datos del Ensayo				
Peso anillo (gr):	134,5			
Peso anillo + muestra (gr):	222,1			
Peso muestra inicial (gr):	87,6	Diámetro (cm):	5	Área (cm2): 19,635

[illegible]

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELFs.: 0987 204-385 / 0984 858-274





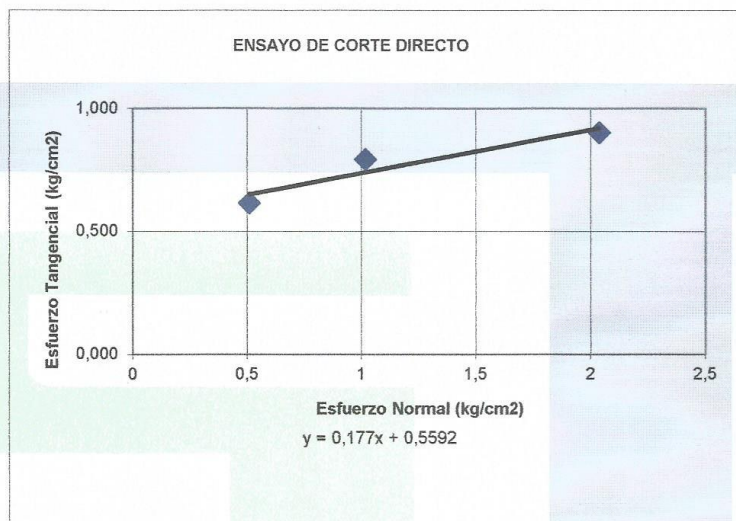
  
**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

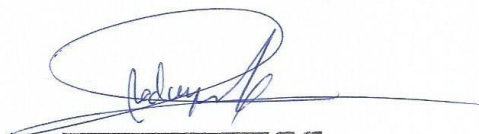
**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
 Telf.: 072 886383 Cuenca - Ecuador

RESULTADOS	Esfuerzos (kg/cm <sup>2</sup> )		
	X	Y	Y calculado
Ensayo No	Normal	Cortante	Tangencial*
1	0,509	0,615	0,6493
2	1,018	0,791	0,7394
3	2,037	0,902	0,9197

Angulo de Fricción (grados)	* 10	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	0,55
--------------------------------	------	-----------------------------------	------

\* Valores deducidos mediante regresion lineal de la ecuación del gráfico



  
**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 TELF5.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
 Telf.: 072 866363 Cuenca - Ecuador

## REGISTRO FOTOGRAFICO

### POZO 2







## **RESUMEN DE RESULTADOS**

### **PARAMETROS GEOTECNICOS ESPECIFICOS PARA DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.**

RESUMEN DE RESULTADOS							
	GRADACION			Limites de Atterberg			
POZO	GRAVA	ARENA	FINOS	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE DE PLASTICIDAD	INDICE DE GRUPO
P2	13,55 %	27,32 %	59,13 %	21,17 %	52,71 %	23,02 %	12

RESUMEN DE RESULTADOS				
DENSIDAD MAXIMA (kg/m <sup>3</sup> )	HUMEDAD OPTIMA	CBR 95%	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION ASSHTO
1.770	19,50 %	3,70	MH	A-7-6

### **PARAMETROS GEOTECNICOS ESPECIFICOS PARA DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN**

RESUMEN DE RESULTADOS				
POZO	Cohesion c (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de fricción interno $\phi$ (°)	$\gamma$ (Kg/m <sup>3</sup> )	OBSERVACIONES
P2	0,55	10	1710	

### **EMPUJE LATERAL**

Para el diseño de muros y estructuras de retención, que sean necesarias para el proyecto, en las inmediaciones donde se realizó esta perforación; se puede



asumir el empuje activo del suelo, con los correspondientes factores de seguridad que el diseñador de dichos elementos considere necesario. Para la estimación del empuje activo se utiliza la teoría de empuje de tierras de Rankine que tiene la siguiente formulación:

$$\sigma_h = k_a \cdot \sigma_v - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a} \quad , \quad k_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Donde:

$\sigma_h$  : Esfuerzo horizontal en kg/m<sup>2</sup>

$\sigma_v$  : Esfuerzo vertical en kg/m<sup>2</sup>

$k_a$  : Coeficiente de empuje activo

$\phi$  : Angulo de fricción interna del suelo en grados

$c$  : Cohesión del suelo en kg/m<sup>2</sup>

$z_0$  = altura de corte sin sustentación lateral

En base a la ecuación anterior y luego de realizar algunas operaciones, la ecuación para el empuje lateral de tierras de Rankine es:

$$k_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$z_0 = \frac{2c}{\gamma \sqrt{k_a}}$$

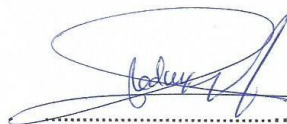
Para el presente caso, teniendo un ángulo de fricción interna de 10°;  $k_a = 0.7041$ .

Se recomienda analizar la opción de rellenar la parte posterior de los muros con material de préstamo tipo mejoramiento, el cual deberá ser conformado y compactado en capas de 30 cm.; el porcentaje de compactación mínimo a exigir en cada capa será de 95% con relación al establecido en laboratorio mediante ensayo AASHTO T-180D.

Se recomienda que el material de mejoramiento a utilizar cumpla las siguientes características:

- ✓ La porción del agregado que pase el tamiz No. 40 deberá presentar un Límite Líquido menor a 35 y un Índice de Plasticidad no superior a 12, según lo prescrito en las normas AASHTO T-89 y T-90. – peso específico mayor a 1.90 Tn/m<sup>3</sup>, ángulo de fricción interna mayor a 32°. La granulometría deberá cumplir los siguientes rangos:

TAMIZ	% QUE PASA
4"	100%
No. 4	50 – 90%
No. 200	0 – 20%



ING. RODRIGO PESÁNTEZ L.  
Master en Geología y Geotecnia  
SENECYT  
1007-2016-1756770

Ing. Rodrigo Pesántez L., MSc  
SENECYT: 1007-2016-1756770

EL VALLE - CANTON CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

COORDENADAS UTM-WSGS84

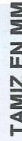
POZO N° 3 PROF: 0,30-1,70 mts

GRAVA G =	15,88%
ARENA S =	50,64%
FINOS F =	33,48%

HN =	20,17%
LL =	45,52%
LP =	25,36%
IP =	20,16%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	SC
AASHO	A-2
IG	2

ARENISCA ARCILLOSA  
COLOR HABANO, BAJA  
PLASTICIDAD



LIMITE LIQUIDO

17%



# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA  
GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON  
CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

## ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO N° 3

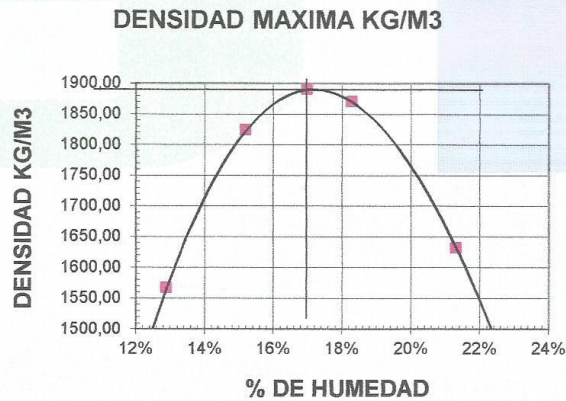
No. DE CAPAS	P. MARTILLO				ALT. CAIDA
5	10 LBS				18 PULG.
MOLDE No.	1	2	3	4	5
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	9.709	10.409	10.643	10.152	
PESO MOLDE (GR)	5.986	5.986	5.986	5.986	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.723	4.423	4.657	4.166	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.105	2.105	2.105	2.105	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.769	2.101	2.212	1.979	

MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	70,83	63,67	52,69	54,46	
P. CAPSULA+SUELO SECO	63,59	56,26	45,72	46,19	
PESO CAPSULA	7,44	7,53	7,60	7,39	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	12,89%	15,21%	18,28%	21,31%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.567	1.824	1.870	1.631	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1.890
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	17,00%
----------------	--------



*[Signature]*  
ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF.S.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 868383 Cuenca - Ecuador

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA  
GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON  
CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

ENSAYO DE CBR

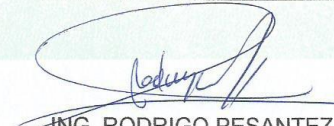
POZO N° 3

NUMERO DE CAPAS	5					
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	14.048	14.074	13.513	13.604	13.493	13.630
PESO MOLDE	9.408	9.408	9.083	9.083	9.300	9.300
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.108	2.108	2.107	2.107	2.105	2.105

CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	76,86	72,96	71,88	67,90	78,72	75,85
P. MUESTRA SECA + TARRO	67,15	63,64	62,70	58,40	68,43	64,55
PESO DEL TARRO	7,90	8,45	8,40	8,20	8,35	8,99
% DE HUMEDAD	16,39%	16,89%	16,91%	18,92%	17,13%	20,34%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	0,50%		2,01%		3,21%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,201	2,213	2,103	2,146	1,992	2,057
DENSIDAD SECA	1,891	1,893	1,799	1,805	1,701	1,709

  
ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador



# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Ing. Rodrigo Pesantez y Juan de Velasco  
Tel.: 072 866283 Cuenca - Ecuador

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA -  
PROVINCIA DEL AZUAY

## POZO Nº 3

## ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

ALT. DEL MOLDE		4,5 PULG.				AREA DEL PISTON				3 PULG.*2	
FECHA	TIEMPO TRANS. DIAS	No. GOLPES/CAPA		55,00		No. GOLPES/CAPA		25,00		10,00	
		L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	
	0,00	0,000	4,500	0,00%	0,000	4,500	0,00%	0,000	4,500	0,00%	
	1,00	5,000	4,505	0,11%	20,000	4,520	0,44%	30,000	4,530	0,67%	
	2,00	15,000	4,515	0,33%	28,000	4,528	0,62%	37,000	4,537	0,82%	
	3,00	18,000	4,518	0,40%	35,000	4,535	0,78%	45,000	4,545	1,00% *	

## ENSAYO DE PENETRACION

CONSTANTE DEL ANILLO				AREA DEL PISTON				3 PULG.*2			
PENET. EN PULG.	CARGA LBS	No. GOLPES/CAPA		55,00		No. GOLPES/CAPA		25,00		10,00	
		PRESION LBS/PULG2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	VALOR CBR	PRESION LBS/PULG2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	P. STAND. LB/PULG2	PRESION LBS/PULG2	VALOR CBR
0	0	0				0				0	
25	47	16				13				6	
50	94	31				24				11	
75	141	47				36				15	
100	189	63	1,000	6,29%	144	48	1,000	4,81%	60	20	2,00%
150	236	79				60			74	25	
200	284	96				72			88	29	
250	331	110				84			102	34	
300	378	126				96			116	39	

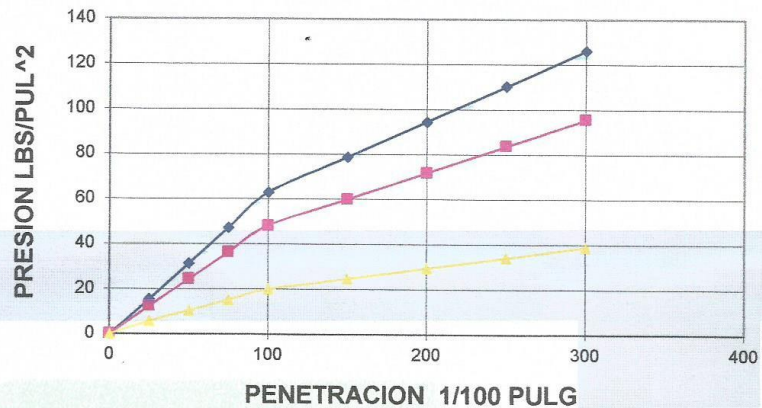
**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TEL.FS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

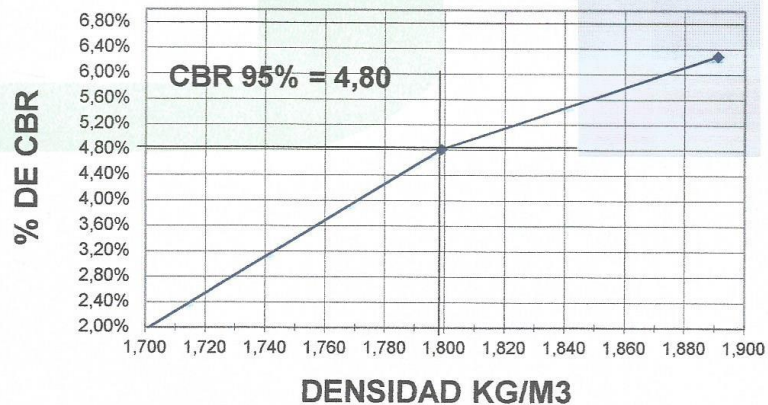


## LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

### PENETRACION



### CBR



ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF.: 0987 204-385 / 0984 858-274

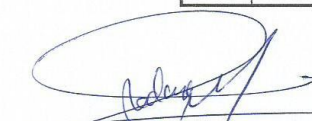
**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador

**SUELOTEC S.A.**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES**  
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

Proyecto: VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE			POZO No 3
Carga: 10 Kg.		Profundidad: 2,20 a 4,00 m	
Ensayo: 1	Constante de anillo: 0,1284 Kg		Esfuerzo normal aplicado: 0,509 Kg/cm2

Datos del Ensayo				
Peso anillo (gr):	134			
Peso anillo + muestra (gr):	220,8			
Peso muestra inicial (gr):	86,8	Diámetro (cm):	5	Área (cm2):
				19,635

Lect. Anillo Carga	Lect. Deform. Horizontal x 10 <sup>-3</sup> (pulg.)	Deform. Unitaria Horizontal	% Deform. Unitaria Horizontal	Carga aplicada Kg.	Cortante Kg/cm2
2	10	0,0051	0,51	0,257	0,013
3	20	0,0102	1,02	0,385	0,020
3	30	0,0152	1,52	0,385	0,020
8	40	0,0203	2,03	1,027	0,052
13	50	0,0254	2,54	1,669	0,085
19	60	0,0305	3,05	2,440	0,124
19	70	0,0356	3,56	2,440	0,124
21	80	0,0406	4,06	2,696	0,137
23	90	0,0457	4,57	2,953	0,150
24	100	0,0508	5,08	3,082	0,157
30	110	0,0559	5,59	3,852	0,196
30	120	0,0610	6,10	3,852	0,196
32	130	0,0660	6,60	4,109	0,209
33	140	0,0711	7,11	4,237	0,216
36	150	0,0762	7,62	4,622	0,235
36	160	0,0813	8,13	4,622	0,235
41	170	0,0864	8,64	5,264	0,268
41	180	0,0914	9,14	5,264	0,268
43	190	0,0965	9,65	5,521	0,281
47	200	0,1016	10,16	6,035	0,307
47	225	0,1143	11,43	6,035	0,307
51	250	0,1270	12,70	6,548	0,334
58	275	0,1397	13,97	7,447	0,379
62	300	0,1524	15,24	7,961	0,405
62	325	0,1651	16,51	7,961	0,405
65	350	0,1778	17,78	8,346	0,425
69	375	0,1905	19,05	8,860	0,451
74	400	0,2032	20,32	9,502	0,484
72	425	0,2159	21,59	9,245	0,471
72	450	0,2286	22,86	9,245	0,471
71	475	0,2413	24,13	9,116	0,464
70	500	0,2540	25,40	8,988	0,458
67	525	0,2667	26,67	8,603	0,438
65	550	0,2794	27,94	8,346	0,425
65	575	0,2921	29,21	8,346	0,425
60	600	0,3048	30,48	7,704	0,392

  
**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 TELFS.: 0987 204-3833 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
 Telef: 072 866383 Cuenca - Ecuador



**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES**  
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**

Proyecto: VIA GUNCAI - EL DESPACHO - EL VALLE		POZO No 3
	Carga: 20 Kg.	Profundidad: 2,20 a 4,00 m
Ensayo: 2	Constante de anillo: 0,1284 Kg	Esfuerzo normal aplicado: 1,018 Kg/cm2

Datos del Ensayo					
Peso anillo (gr):	135				
Peso anillo + muestra (gr):	222,2				
Peso muestra inicial (gr):	87,2	Diámetro (cm):	5	Área (cm2):	19,635

Lect. Anillo Carga	Lect. Deform. Horizontal x 10 <sup>-3</sup> (pulg.)	Deform. Unitaria Horizontal	% Deform. Unitaria Horizontal	Carga aplicada Kg.	Cortante Kg/cm <sup>2</sup>
2	10	0,0051	0,51	0,257	0,013
6	20	0,0102	1,02	0,770	0,039
8	30	0,0152	1,52	1,027	0,052
10	40	0,0203	2,03	1,284	0,065
12	50	0,0254	2,54	1,541	0,075
16	60	0,0305	3,05	2,054	0,105
18	70	0,0356	3,56	2,311	0,118
19	80	0,0406	4,06	2,440	0,124
20	90	0,0457	4,57	2,568	0,131
22	100	0,0508	5,08	2,825	0,144
24	110	0,0559	5,59	3,082	0,157
26	120	0,0610	6,10	3,338	0,170
27	130	0,0660	6,60	3,467	0,177
27	140	0,0711	7,11	3,467	0,177
34	150	0,0762	7,62	4,366	0,222
42	160	0,0813	8,13	5,393	0,275
42	170	0,0864	8,64	5,393	0,275
48	180	0,0914	9,14	6,163	0,314
55	190	0,0965	9,65	7,062	0,360
55	200	0,1016	10,16	7,062	0,360
62	225	0,1143	11,43	7,961	0,405
68	250	0,1270	12,70	8,731	0,445
70	275	0,1397	13,97	8,988	0,458
75	300	0,1524	15,24	9,630	0,490
75	325	0,1651	16,51	9,630	0,490
81	350	0,1778	17,78	10,400	0,530
83	375	0,1905	19,05	10,657	0,543
86	400	0,2032	20,32	11,042	0,562
91	425	0,2159	21,59	11,684	0,595
94	450	0,2286	22,86	12,070	0,615
99	475	0,2413	24,13	12,712	0,647
103	500	0,2540	25,40	13,225	0,674
103	525	0,2667	26,67	13,225	0,674
99	550	0,2794	27,94	12,712	0,647
96	575	0,2921	29,21	12,326	0,628
85	600	0,3048	30,48	10,914	0,556

**SVELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

## LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Proyecto: VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE		POZO No 3
Ensayo: 3	Carga: 40 Kg. Constante de anillo: 0,1284 Kg	Profundidad: 2,20 a 4,00 m Esfuerzo normal aplicado: 2,037 Kg/cm <sup>2</sup>

Datos del Ensayo					
Peso anillo (gr):	135				
Peso anillo + muestra (gr):	222,1				
Peso muestra inicial (gr):	87,1	Diámetro (cm):	5	Área (cm²):	19,635

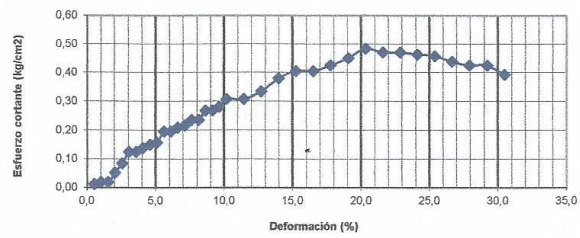
[illegible]

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF.S.: 0987 204-385 / 0984 858-274

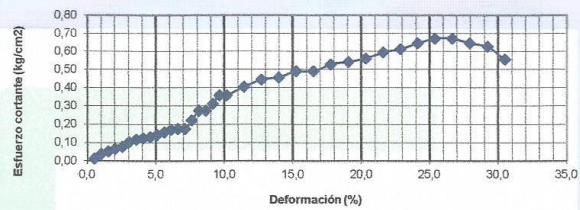
TELEFONES: 0987 204-385 / 0984 858-274



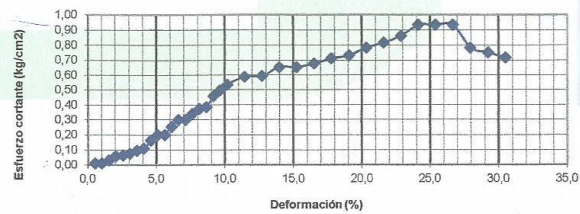
**Esfuerzo Normal: 0,509 kg/cm<sup>2</sup>**



**Esfuerzo Normal: 1,018 kg/cm<sup>2</sup>**



**Esfuerzo Normal: 2,037 kg/cm<sup>2</sup>**



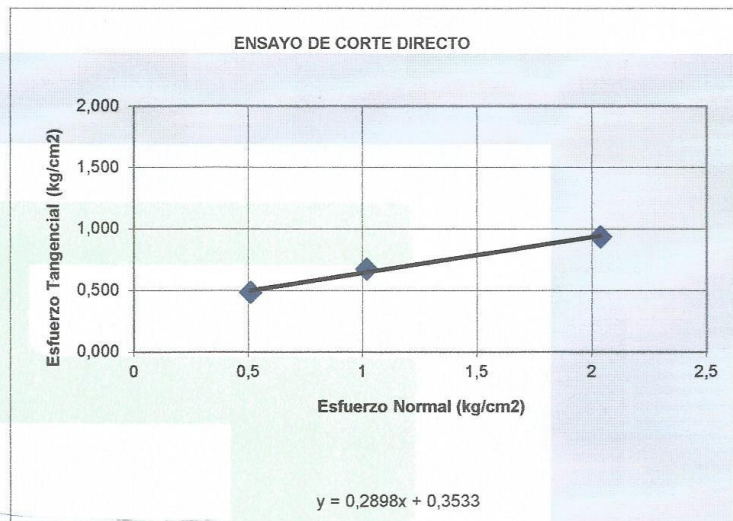
  
**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador

RESULTADOS	Esfuerzos (kg/cm <sup>2</sup> )		
	X	Y	Y calculado
Ensayo No	Normal	Cortante	Tangencial*
1	0,509	0,484	0,5961
2	1,018	0,674	0,7899
3	2,037	0,935	1,1777

Angulo de Fricción (grados)	17	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	0,35
--------------------------------	----	-----------------------------------	------

\* Valores deducidos mediante regresion lineal de la ecuación del gráfico



**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 Dirección: Cadique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
 Telf.: 072 866333 Cuenca - Ecuador



## REGISTRO FOTOGRAFICO

POZO 3







## **RESUMEN DE RESULTADOS**

### **PARAMETROS GEOTECNICOS ESPECIFICOS PARA DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.**

RESUMEN DE RESULTADOS							
	GRADACION			Limites de Atterberg			
POZO	GRAVA	ARENA	FINOS	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE DE PLASTICIDAD	INDICE DE GRUPO
P3	15,88 %	50,64 %	33,48 %	20,17 %	45,52 %	20,16 %	2

RESUMEN DE RESULTADOS				
DENSIDAD MAXIMA (kg/m <sup>3</sup> )	HUMEDAD OPTIMA	CBR 95%	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION ASSHTO
1.890	17,00 %	4,80	SC	A-2

### **PARAMETROS GEOTECNICOS ESPECIFICOS PARA DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN**

RESUMEN DE RESULTADOS				
POZO	Cohesion c (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de friccion interno $\phi$ (°)	$\gamma$ (Kg/m <sup>3</sup> )	OBSERVACIONES
P3	0,35	17	1822	

### **EMPUJE LATERAL**

Para el diseño de muros y estructuras de retención, que sean necesarias para el proyecto, en las inmediaciones donde se realizó esta perforación; se puede asumir el empuje activo del suelo, con los correspondientes factores de seguridad que el diseñador de dichos elementos considere necesario.

Para la estimación del empuje activo se utiliza la teoría de empuje de tierras de Rankine que tiene la siguiente formulación:

$$\sigma_h = k_a \cdot \sigma_v - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a}$$

$$k_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Donde:

$\sigma_h$ : Esfuerzo horizontal en kg/m<sup>2</sup>

$\sigma_v$ : Esfuerzo vertical en kg/m<sup>2</sup>

$k_a$ : Coeficiente de empuje activo

$\phi$ : Angulo de fricción interna del suelo en grados

$c$ : Cohesión del suelo en kg/m<sup>2</sup>

$z_0$  = altura de corte sin sustentación lateral

En base a la ecuación anterior y luego de realizar algunas operaciones, la ecuación para el empuje lateral de tierras de Rankine es:

$$k_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$z_0 = \frac{2c}{\gamma \sqrt{k_a}}$$

Para el presente caso, teniendo un ángulo de fricción interna de 17°;  $k_a = 0.5475$ .

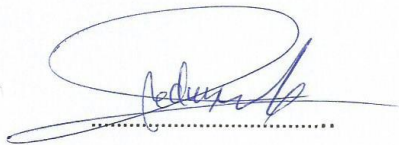
Se recomienda analizar la opción de rellenar la parte posterior de los muros con material de préstamo tipo mejoramiento, el cual deberá ser conformado y compactado en capas de 30 cm.; el porcentaje de compactación mínimo a exigir en cada capa será de 95% con relación al establecido en laboratorio mediante ensayo AASHO T-180D.

Se recomienda que el material de mejoramiento a utilizar cumpla las siguientes características:

- ✓ La porción del agregado que pase el tamiz No. 40 deberá presentar un Límite Líquido menor a 35 y un Índice de Plasticidad no superior a 12,

según lo prescrito en las normas AASHTO T-89 y T-90. – peso específico mayor a 1.90 Tn/m<sup>3</sup>, ángulo de fricción interna mayor a 32°. La granulometría deberá cumplir los siguientes rangos:

TAMIZ	% QUE PASA
4"	100%
Nº. 4	50 – 90%
No. 200	0 – 20%



ING. RODRIGO PESÁNTEZ L.  
Master en Geología y Geotecnia  
SENECYT  
1007-2016-1756770

Ing. Rodrigo Pesántez L., MSc  
SENECYT: 1007-2016-1756770



# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

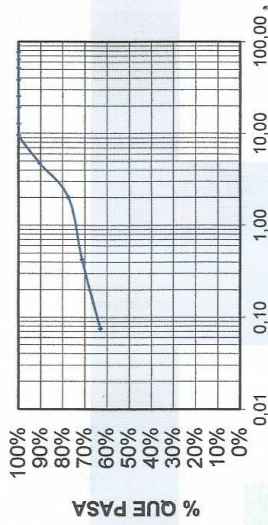
COORDENADAS UTM-WGS84

726588E

96760260N

## ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

TAMIZ	P. RET.	P. RET.	P. RET.	%
M.M.	U.S	PARC. (GR.)	ACUM. (GR.)	PASA
76.200	3"	0	0	0,00%
83.500	2 1/2"	0	0	0,00%
50.800	2"	0	0	0,00%
38.100	1 1/2"	0	0	0,00%
25.400	1"	0	0	0,00%
19.050	3/4"	0	0	0,00%
12.700	1/2"	0	0	0,00%
9.525	3/8"	0	0	0,00%
4.750	No. 4	203	203	9,51%
PASA No. 4		1.932		
TOTAL		2135		
2.000	No. 10	72	72	22,54%
0.425	No. 40	34	106	28,69%
0.075	No. 200	46	152	37,02%
TOTAL		500		62,98%



TAMIZ EN MM

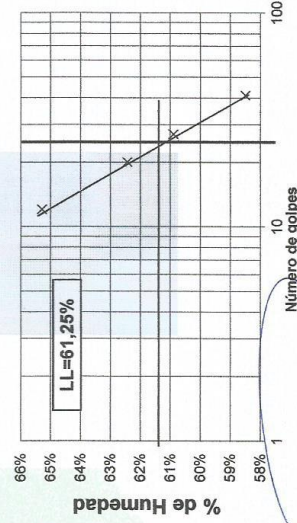
GRAVA G =	9,51%
ARENAS S =	27,51%
FINOS F =	62,98%

HN =	24,26%
LL =	61,25%
LP =	29,27%
IP =	31,98%

CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHO	A-7-6
IG	16

ARCILLAS - ARENOSAS  
NEGRAS, PLASTICOS  
CON MINORITARIA  
PRESENCIA DE GRAVA

## LIMITE LIQUIDO



## LIMITE LIQUIDO

NUMERO	PESO	PESO	PESO	%
GOLPES	HUM.(GR.)	SECO. (GR.)	CAPS.(GR.)	HUMEDAD
12	30,15	21,40	8,00	65,30%
20	27,27	19,79	7,81	62,44%
27	29,07	21,05	7,88	60,90%
41	27,88	20,45	7,75	58,50%
LIMITE LIQUIDO				61,25%

LIMITE	PESO	PESO	PESO	%
PLASTICO	HUM.(GR.)	SECO. (GR.)	CAPS.(GR.)	HUMEDAD
	14,23	12,90	8,30	28,91%
	14,59	13,21	8,45	28,99%
	13,88	12,60	8,32	29,91%
				29,27%

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

SUELOTEC  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274



# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA  
GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON  
CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

## ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO Nº 4

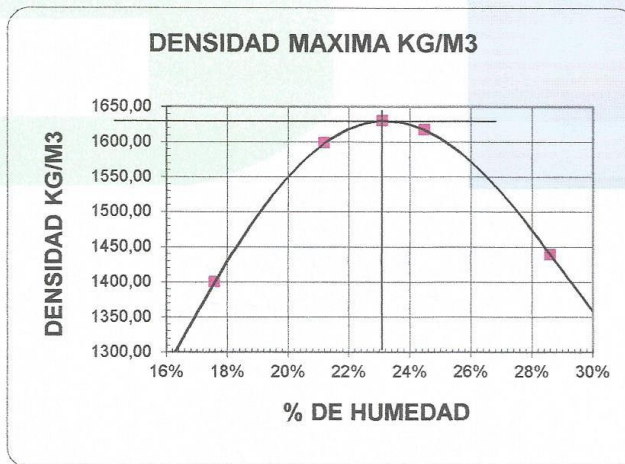
No. DE CAPAS	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
5					
MOLDE No.	1	2	3	4	5
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	9.240	9.853	10.013	9.670	
PESO MOLDE (GR)	5.769	5.769	5.769	5.769	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.471	4.084	4.244	3.901	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.108	2.108	2.108	2.108	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.647	1.937	2.013	1.851	

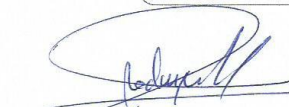
MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	71,13	63,92	52,97	54,72	
P. CAPSULA+SUELO SECO	61,65	54,11	44,11	44,25	
PESO CAPSULA	7,75	7,83	7,91	7,67	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	17,59%	21,20%	24,48%	28,62%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.400	1.599	1.617	1.439	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1.630
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	23,10%
----------------	--------



  
ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA  
GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA -  
PROVINCIA DEL AZUAY

ENSAYO DE CBR

POZO N° 4

NUMERO DE CAPAS	5					
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.246	13.300	12.759	12.861	12.803	12.963
PESO MOLDE	9.004	9.004	8.772	8.772	9.000	9.000
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.110	2.110	2.107	2.107	2.111	2.111

CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	76,38	72,50	71,44	67,45	78,25	75,35
P. MUESTRA SECA + TARRO	63,40	59,91	59,81	55,52	65,13	61,05
PESO DEL TARRO	7,40	8,00	7,95	7,76	7,86	8,50
% DE HUMEDAD	23,18%	24,25%	22,43%	24,98%	22,91%	27,21%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	1,07%		2,55%		4,30%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,010	2,036	1,892	1,941	1,802	1,877
DENSIDAD SECA	1,632	1,639	1,545	1,553	1,466	1,476

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELFs.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador



# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC"

ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Telf: 072 860383 Cuenca - Ecuador

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA -  
PROVINCIA DEL AZUAY

## ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

ALT. DEL MOLDE		4,5 PULG.				AREA DEL PISTON				3 PULG.'2	
FECHA	TIEMPO TRANS. DIAS	No. GOLPES/CAPA		55,00		25,00		No. GOLPES/CAPA		10,00	
		L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	ESPONJ. %
	0,00	0,000	4,500	0,00%	0,000	4,500	0,00%	0,000	4,500	0,00%	0,00%
	1,00	43,000	4,543	0,96%	86,000	4,586	1,91%	100,000	4,600	2,22%	2,22%
	2,00	68,000	4,568	1,51%	108,000	4,608	2,40%	115,000	4,615	2,56%	2,56%
	3,00	79,000	4,579	1,76%	118,000	4,618	2,62%	135,000	4,635	3,00%	3,00%

## ENSAYO DE PENETRACION

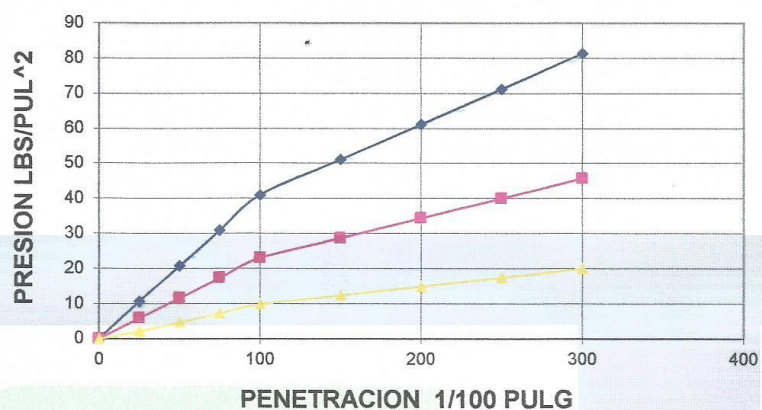
CONSTANTE DEL ANILLO				AREA DEL PISTON				3 PULG.'2			
PENET. EN PULG.	No. GOLPES/CAPA		55,00	No. GOLPES/CAPA		25,00	10,00	No. GOLPES/CAPA		25,00	10,00
	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	VALOR CBR	P. STAND. LB/PULG2	PRESION LBS/PUL2	VALOR CBR	P. STAND. LB/PULG2	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR
0	0	0			0			0	0		
25	32	11			6			7	2		
50	62	21			12			14	5		
75	93	31			17			22	7		
100	123	41	1,000	1,000	23	2,30%	1,000	29	10	1,000	0,98%
150	153	51			29			37	12		
200	184	61			34			45	15		
250	214	71			40			52	17		
300	244	81			46			60	20		

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF.: 0987 204-385 / 0984 858-274

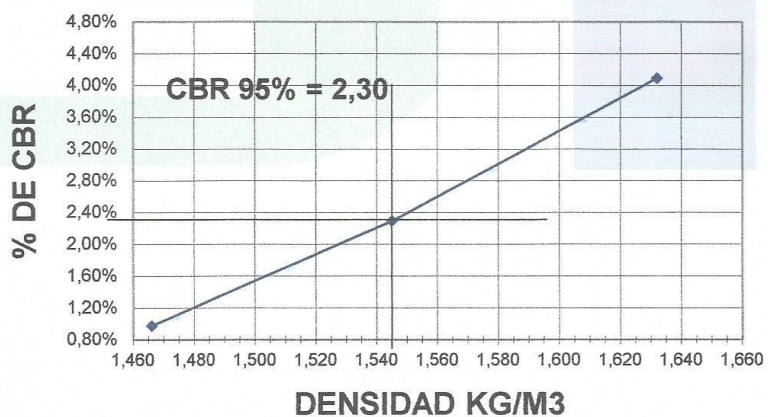
ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

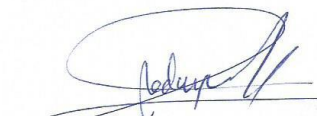
## LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

### PENETRACION



### CBR



  
 ING. RODRIGO PESANTEZ  
 GERENTE

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 TELF5.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL**  
 Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
 Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador



## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

PROYECTO: VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE

POZO Nº 4 PROF: 0,30 - 1,70 mts

### ENSAYOS DE COMPRESION SIMPLE

#### DATOS DE LA MUESTRA

Diámetro : 3,30 cm  
 Altura : 7,35 cm  
 Volumen : 62,86 cm  
 Peso : 111,02 gr  
 Densidad : 1766 gr/cm<sup>3</sup>

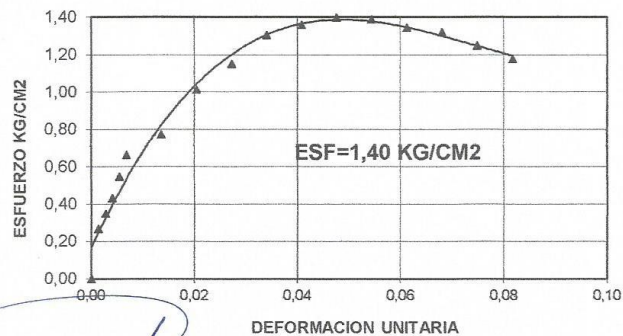
#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso Humedo 55,33 gr  
 Peso Seco 45,90 gr  
 Peso Capsula 6,15 gr  
 Humedad % 23,72%

#### DATOS DE LA PRUEBA

LECTURA		Deform.	Carga	Area	Tensión
Deformacion	Carga	Unit	Kg	Corregida	Desviante
0,001mm	Dial			cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0	5	0,0000	0,0000	8,5530	0,00
10	15	0,0014	2,2910	8,5647	0,27
20	20	0,0027	3,0018	8,5763	0,35
30	25	0,0041	3,7129	8,5881	0,43
40	32	0,0054	4,7087	8,5998	0,55
50	39	0,0068	5,7050	8,6116	0,66
100	46	0,0136	6,7017	8,6710	0,77
150	61	0,0204	8,8390	8,7312	1,01
200	70	0,0272	10,1224	8,7923	1,15
250	80	0,0340	11,5493	8,8542	1,30
300	84	0,0408	12,1203	8,9170	1,36
350	87	0,0476	12,5487	8,9807	1,40
400	87	0,0544	12,5487	9,0453	1,39
450	85	0,0612	12,2631	9,1108	1,35
500	84	0,0680	12,1203	9,1773	1,32
550	80	0,0748	11,5493	9,2448	1,25
600	76	0,0816	10,9785	9,3133	1,18

#### ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE



ING. RODRIGO PESANTEZ .  
 CICA 1395

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858 274

ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
 Telf.: 072 886383 Cuenca - Ecuador

## REGISTRO FOTOGRAFICO

POZO 4







## **RESUMEN DE RESULTADOS**

### **PARAMETROS GEOTECNICOS ESPECIFICOS PARA DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.**

RESUMEN DE RESULTADOS							
POZO	GRADACION			Limites de Atterberg			
	GRAVA	ARENA	FINOS	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE DE PLASTICIDAD	INDICE DE GRUPO
P4	9,51 %	27,51 %	62,98 %	24,26 %	61,25 %	31,98 %	16

RESUMEN DE RESULTADOS				
DENSIDAD MAXIMA (kg/m <sup>3</sup> )	HUMEDAD OPTIMA	CBR 95%	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION ASSHTO
1.630	23,10 %	2,30	CH	A-7-6

### **PARAMETROS GEOTECNICOS ESPECIFICOS PARA DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN**

RESUMEN DE RESULTADOS				
POZO	Cohesion c (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de friccion interno $\phi$ (°)	$\gamma$ (Kg/m <sup>3</sup> )	OBSERVACIONES
P4	0,70	0	1562	Se ha considerado suelo cohesivo puro

### **EMPUJE LATERAL**

Para el diseño de muros y estructuras de retención, que sean necesarias para el proyecto, en las inmediaciones donde se realizó esta perforación; se puede asumir el empuje activo del suelo, con los correspondientes factores de seguridad que el diseñador de dichos elementos considere necesario. Para la estimación del empuje activo se utiliza la teoría de empuje de tierras de Rankine que tiene la siguiente formulación:

$$\sigma_h = k_a \cdot \sigma_v - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a}$$

$$k_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Donde:

$\sigma_h$ : Esfuerzo horizontal en kg/m<sup>2</sup>

$\sigma_v$ : Esfuerzo vertical en kg/m<sup>2</sup>

$k_a$ : Coeficiente de empuje activo

$\phi$ : Angulo de fricción interna del suelo en grados

$c$ : Cohesión del suelo en kg/m<sup>2</sup>

$z_0$  = altura de corte sin sustentación lateral

En base a la ecuación anterior y luego de realizar algunas operaciones, la ecuación para el empuje lateral de tierras de Rankine es:

$$k_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$z_0 = \frac{2c}{\gamma \sqrt{k_a}}$$

Para el presente caso al tener un suelo arcilloso plástico, cohesivo puro, el coeficiente de empuje activo ( $k_a$ ), teniendo un ángulo de fricción interna de 0°; será  $k_a = 1.00$ .

Teniendo en cuenta la mala calidad de la subrasante encontrada, se debería analizar la opción de rellenar la parte posterior de los muros con material de préstamo tipo mejoramiento, el cual deberá ser conformado y compactado en capas de 30 cm.; el porcentaje de compactación mínimo a exigir en cada capa será de 95% con relación al establecido en laboratorio mediante ensayo AASHO T-180D.

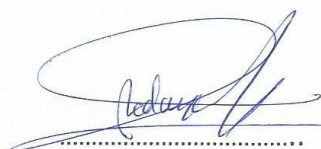
Se recomienda que el material de mejoramiento a utilizar cumpla las siguientes características:

- ✓ La porción del agregado que pase el tamiz No. 40 deberá presentar un Límite Líquido menor a 35 y un Índice de Plasticidad no superior a 12,



según lo prescrito en las normas AASHTO T-89 y T-90. – peso específico mayor a 1.90 Tn/m<sup>3</sup>, ángulo de fricción interna mayor a 32°. La granulometría deberá cumplir los siguientes rangos:

TAMIZ	% QUE PASA
4"	100%
Nº. 4	50 – 90%
No. 200	0 – 20%



ING. RODRIGO PESÁNTEZ L.  
Master en Geología y Geotecnia  
SENECYT  
1007-2016-1756770

Ing. Rodrigo Pesántez L., MSc  
SENECYT: 1007-2016-1756770

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

COORDENADAS UTM-WSGS84

726522E

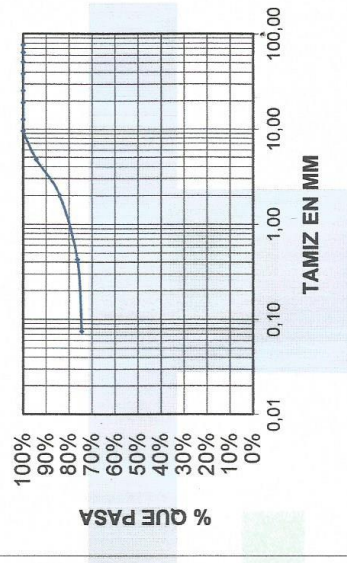
9675915N

POZO Nº5 PROF: 0,30-1,70 mts

ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Carretera Chamba 171 y Juan de Velasco  
Tel: 0984 858-274

## ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

TAMIZ	M.M.	U.S	P. RET.	P. RET.	P. RET.	%	%
			PARC. (GR.)	ACUM. (GR.)	RET.		PASA
76,200	3"		0	0	0,00%	0,00%	100,00%
63,500	2 1/2"		0	0	0,00%	0,00%	100,00%
50,800	2"		0	0	0,00%	0,00%	100,00%
38,100	1 1/2"		0	0	0,00%	0,00%	100,00%
25,400	1"		0	0	0,00%	0,00%	100,00%
19,050	3/4"		0	0	0,00%	0,00%	100,00%
12,700	1/2"		0	0	0,00%	0,00%	100,00%
9,525	3/8"		0	0	0,00%	0,00%	100,00%
4,750	Nº. 4		112	112	5,72%	5,72%	94,28%
	PASA No. 4		1,845				
	TOTAL		1957				
2,000	No. 10		54	54	15,90%	15,90%	84,10%
0,425	No. 40		41,00	95	23,64%	23,64%	76,36%
0,075	No. 200		10,00	105	25,52%	25,52%	74,48%
	TOTAL		500,00				

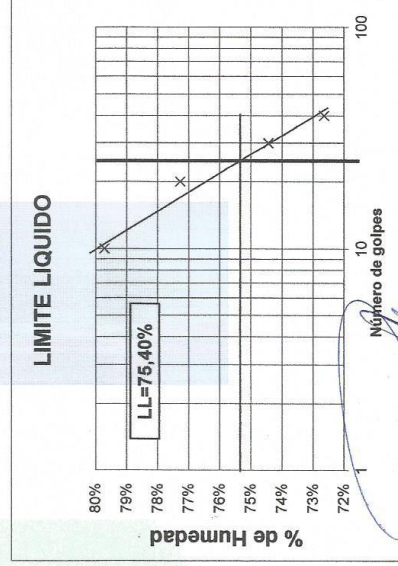


GRAVA G =	5,72%
ARENA S =	19,80%
FINOS F =	74,48%

HN =	29,28%
LL =	75,40%
LP =	34,66%
IP =	40,74%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHO	A-7-5
IG	20

ARCILLA PURA	
PLASTICA,	
COLORACION NEGRA	



HUMEDAD	PESO	PESO	PESO	%
NATURAL	HUM.(GR.)	SECO. (GR.)	CAPS.(GR.)	HUMEDAD
	26,54	23,00	10,62	28,59%
	28,22	24,00	9,92	29,97%

LIMITE LIQUIDO	PESO	PESO	PESO	%
NUMERO	HUM.(GR.)	SECO. (GR.)	CAPS.(GR.)	HUMEDAD
GOLPES				
40	17,38	12,52	5,83	72,65%
30	16,78	12,15	5,93	74,44%
20	16,90	12,14	5,98	77,27%
10	17,27	12,24	5,93	79,71%
		LIMITE LIQUIDO		75,40%

LIMITE	PESO	PESO	PESO	%
PLASTICO	HUM.(GR.)	SECO. (GR.)	CAPS.(GR.)	HUMEDAD
	16,60	15,05	10,67	35,39%
	16,92	15,37	10,87	34,44%
	16,32	14,90	10,74	34,13%
				34,66%

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

SUELOTEC  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF.: 0987 204-385 / 0984 858-274

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA  
GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON  
CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

## ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHO T 180-D

POZO N°5

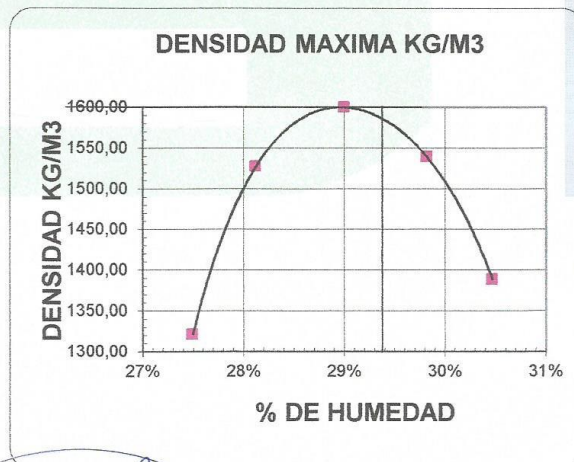
No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
	1	2	3	4	5
MOLDE No.					
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	10.314	10.885	10.973	10.581	
PESO MOLDE (GR)	6.778	6.778	6.778	6.778	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.536	4.107	4.195	3.803	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.107	2.107	2.107	2.107	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.678	1.949	1.991	1.805	

MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	26,25	24,17	29,06	19,80	
P. CAPSULA+SUELO SECO	22,39	20,93	24,26	16,89	
PESO CAPSULA	8,09	9,20	7,89	7,18	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	26,99%	27,62%	29,32%	29,97%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.322	1.527	1.540	1.389	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1.600
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	28,50%
----------------	--------



ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador



# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

ENSAYO DE CBR

POZO N°5

NUMERO DE CAPAS	5					
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.658	13785	12.809	13.005	13.088	13.342
PESO MOLDE	9.337	9.337	8.699	8.699	9.217	9.217
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.106	2.106	2.103	2.103	2.102	2.102

CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	46,70	48,91	49,11	51,14	52,94	62,51
P. MUESTRA SECA + TARRO	37,93	38,87	39,73	40,07	42,96	48,13
PESO DEL TARRO	7,77	7,14	7,45	7,44	7,71	7,22
% DE HUMEDAD	29,06%	31,62%	29,04%	33,91%	28,29%	35,13%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	2,56%		4,87%		6,84%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,052	2,112	1,954	2,048	1,842	1,962
DENSIDAD SECA	1,590	1,605	1,514	1,529	1,436	1,452

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF5.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador

EUROPE

**ASOCIACIÓN DE INGENIEROS CIVILES**  
**IO - EL VALLE - CANTON**  
Calle Comercio 1-71 y Juan de Velasco  
Tel.: 072 860303 Cuenca - Ecuador

**LE - CANTON**

## POZO Nº5

POZO Nº5

## ENSAYO DE PENETRACION

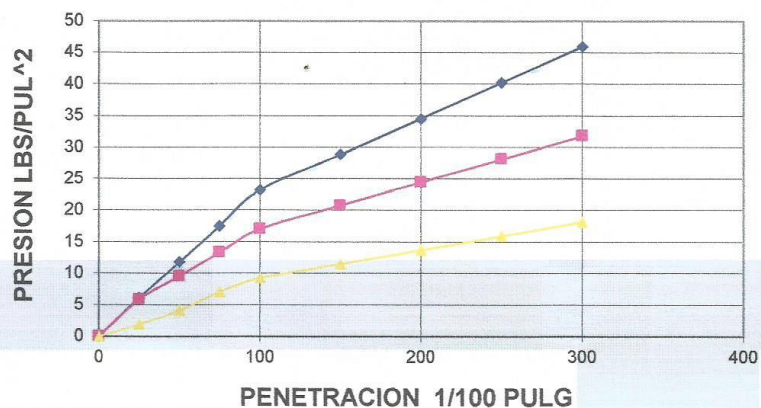
## ENSAYO DE PENETRACION

ING RODRIGO PESANT

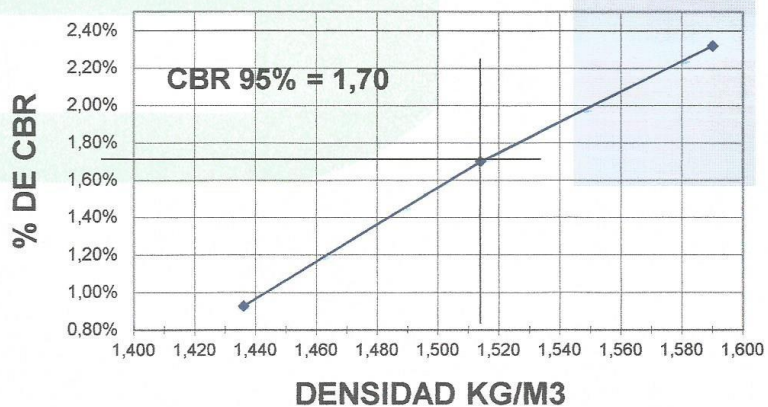
**CAPIETEC**  
INGENIERIA CIVIL  
TELF: 0987 204 385 / 0984 858-274

## LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

### PENETRACION



### CBR



  
ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 868383 Cuenca - Ecuador



# LABORATORIO DE SUELOS



## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

PROYECTO: VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE

POZO Nº 5 PROF: 0,30 - 1,70 mts

### ENSAYOS DE COMPRESION SIMPLE

#### DATOS DE LA MUESTRA

Diámetro : 3,25 cm  
 Altura : 7,10 cm  
 Volumen : 58,90 cm  
 Peso : 100,20 gr  
 Densidad : 1701 gr/cm3

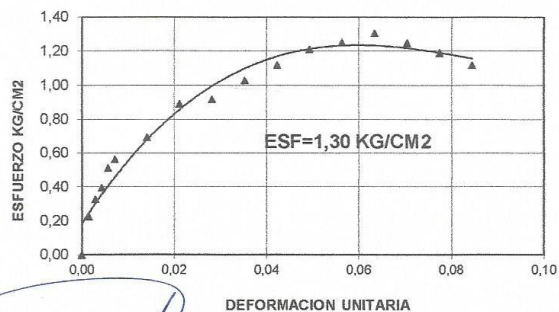
#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso Humedo 61,33 gr  
 Peso Seco 49,31 gr  
 Peso Capsula 7,50 gr  
 Humedad % 28,75%

#### DATOS DE LA PRUEBA

LECTURA		Deform.	Carga	Area	Tensión
Deformacion	Carga	Unit	Kg	Corregida	Desviante
0,001mm	Dial			cm2	Kg/cm2
0	5	0,0000	0,0000	8,2958	0,00
10	12	0,0014	1,8647	8,3075	0,22
20	18	0,0028	2,7175	8,3192	0,33
30	22	0,0042	3,2862	8,3310	0,39
40	29	0,0056	4,2819	8,3428	0,51
50	32	0,0070	4,7087	8,3546	0,56
100	40	0,0141	5,8473	8,4143	0,69
150	52	0,0211	7,5564	8,4748	0,89
200	54	0,0282	7,8414	8,5362	0,92
250	61	0,0352	8,8390	8,5986	1,03
300	67	0,0423	9,6946	8,6618	1,12
350	73	0,0493	10,5504	8,7259	1,21
400	76	0,0563	10,9785	8,7911	1,25
450	80	0,0634	11,5493	8,8572	1,30
500	77	0,0704	11,1212	8,9243	1,25
550	74	0,0775	10,6931	8,9924	1,19
600	70	0,0845	10,1224	9,0616	1,12

### ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE



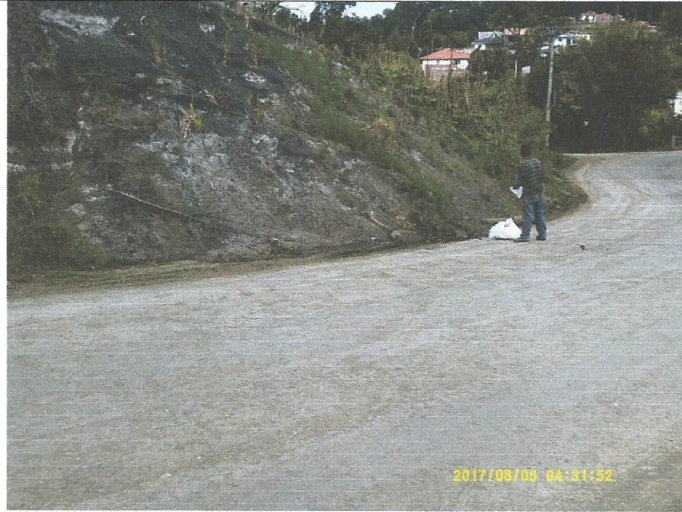
ING. RODRIGO PESANTEZ .  
 CICA 1395

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

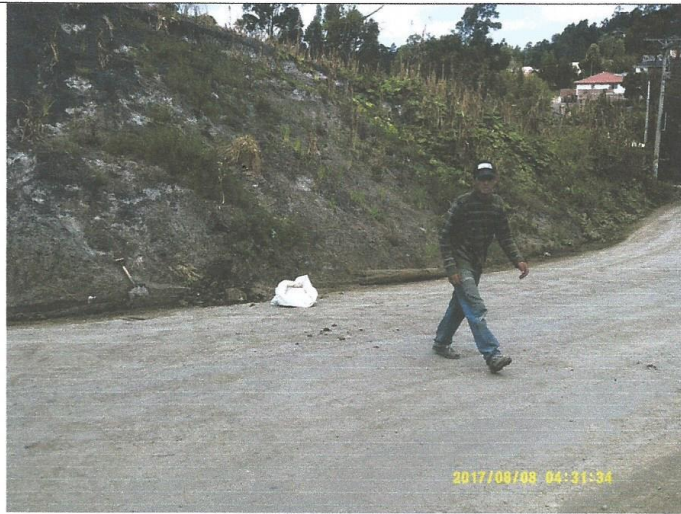
**ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL**  
 Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
 Telef.: 072 866383 Cuenca - Ecuador

## REGISTRO FOTOGRAFICO

### POZO 5









## **RESUMEN DE RESULTADOS**

### **PARAMETROS GEOTECNICOS ESPECIFICOS PARA DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.**

RESUMEN DE RESULTADOS							
POZO	GRADACION			Limites de Atterberg			
	GRAVA	ARENA	FINOS	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE DE PLASTICIDAD	INDICE DE GRUPO
P5	5,72 %	19,80 %	74,48 %	29,28 %	75,40 %	40,74 %	20

RESUMEN DE RESULTADOS				
DENSIDAD MAXIMA (kg/m <sup>3</sup> )	HUMEDAD OPTIMA	CBR 95%	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION ASSHTO
1.600	28,50 %	1,70	CH	A-7-5

### **PARAMETROS GEOTECNICOS ESPECIFICOS PARA DISEÑO DE MUROS DE CONTENCION**

RESUMEN DE RESULTADOS				
POZO	Cohesion c (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de friccion interno $\phi$ (°)	$\gamma$ (Kg/m <sup>3</sup> )	OBSERVACIONES
P5	0,65	0	1530	Se ha considerado suelo cohesivo puro

### **EMPUJE LATERAL**

Para el diseño de muros y estructuras de retención, que sean necesarias para el proyecto, en las inmediaciones donde se realizó esta perforación; se puede asumir el empuje activo del suelo, con los correspondientes factores de seguridad que el diseñador de dichos elementos considere necesario. Para la estimación del empuje activo se utiliza la teoría de empuje de tierras de Rankine que tiene la siguiente formulación:

$$\sigma_h = k_a \cdot \sigma_v - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a} \qquad k_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Donde:

- $\sigma_h$ : Esfuerzo horizontal en kg/m<sup>2</sup>  
 $\sigma_v$ : Esfuerzo vertical en kg/m<sup>2</sup>  
 $k_a$ : Coeficiente de empuje activo  
 $\phi$ : Angulo de fricción interna del suelo en grados  
 $c$ : Cohesión del suelo en kg/m<sup>2</sup>  
 $z_0$  = altura de corte sin sustentación lateral

En base a la ecuación anterior y luego de realizar algunas operaciones, la ecuación para el empuje lateral de tierras de Rankine es:

$$k_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$z_0 = \frac{2c}{\gamma \sqrt{k_a}}$$


Para el presente caso al tener un suelo arcilloso plástico, cohesivo puro, el coeficiente de empuje activo ( $k_a$ ), teniendo un ángulo de fricción interna de 0°; será  $k_a = 1.00$ .

Teniendo en cuenta la mala calidad de la subrasante encontrada, se debería analizar la opción de rellenar la parte posterior de los muros con material de préstamo tipo mejoramiento, el cual deberá ser conformado y compactado en capas de 30 cm.; el porcentaje de compactación mínimo a exigir en cada capa será de 95% con relación al establecido en laboratorio mediante ensayo AASHO T-180D.

Se recomienda que el material de mejoramiento a utilizar cumpla las siguientes características:

- ✓ La porción del agregado que pase el tamiz No. 40 deberá presentar un Límite Líquido menor a 35 y un Índice de Plasticidad no superior a 12, según lo prescrito en las normas AASHTO T-89 y T-90. – peso específico mayor a 1.90 Tn/m<sup>3</sup>, ángulo de fricción interna mayor a 32°. La granulometría deberá cumplir los siguientes rangos:

TAMIZ	% QUE PASA
4"	100%
No. 4	50 – 90%
No. 200	0 – 20%



ING. RODRIGO PESÁNTEZ L.  
Master en Geología y Geotecnia  
SENECYT  
1007-2016-1756770

Ing. Rodrigo Pesántez L., MSc  
SENECYT: 1007-2016-1756770



# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA GUNCA - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

COORDENADAS UTM-WGS84  
726386E  
9675611N  
POZO Nº 6  
PROF: 0,30-1,70 mts  
DIRECCIÓN: Casapá Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
SUELOTEC

## ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

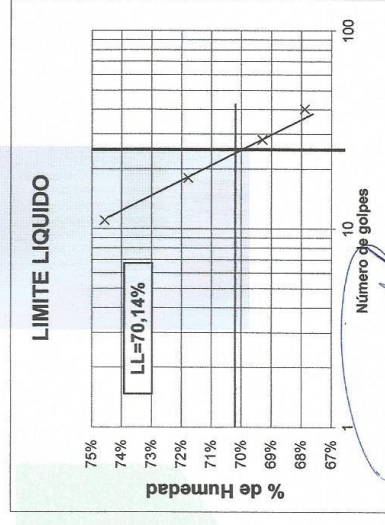
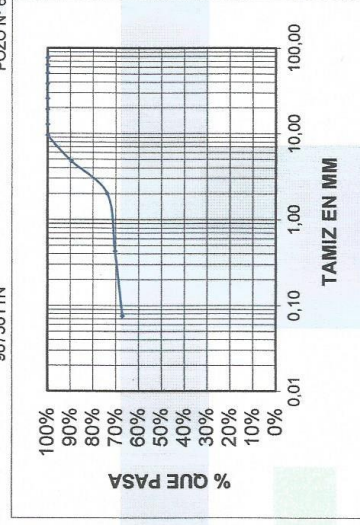
TAMIZ	M.M.	U.S	P. RET. PARC. (GR.)	P. RET. ACUM. (GR.)	% RET.	% PASA
76,200	3"	0	0	0	0,00%	100,00%
63,500	2 1/2"	0	0	0	0,00%	100,00%
50,800	2"	0	0	0	0,00%	100,00%
38,100	1 1/2"	0	0	0	0,00%	100,00%
25,400	1"	0	0	0	0,00%	100,00%
19,050	3/4"	0	0	0	0,00%	100,00%
12,700	1/2"	0	0	0	0,00%	100,00%
9,525	3/8"	0	0	0	0,00%	100,00%
4,750	No. 4	731	731	731	10,42%	89,58%
PASA No. 4		6,281				
TOTAL		7012				
2,000	No. 10	88,00	88	88	26,19%	73,81%
0,425	No. 40	19,00	107	107	29,59%	70,41%
0,075	No. 200	18,00	125	125	32,82%	67,18%
TOTAL		500,00				

GRAVA G =	10,42%
ARENA S =	22,39%
FINOS F =	67,18%

HN =	25,92%
LL =	70,14%
LP =	33,15%
IP =	36,99%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHO	A-7-5
IG	18

ARCILLA PURA	
PLASTICA	
COLORACIONES	
NEGRAS Y CAFÉ	
OSCURO	



HUMEDAD NATURAL	PESO HUM. (GR.)	PESO SECO. (GR.)	PESO CAPS. (GR.)	% HUMEDAD
	27,01	23,15	8,68	26,68%
	28,90	24,80	8,51	25,17%

LIMITE LIQUIDO	NUMERO GOLPES	PESO HUM. (GR.)	PESO SECO. (GR.)	PESO CAPS. (GR.)	% HUMEDAD
	11	22,95	15,94	6,54	74,57%
	18	21,79	15,28	6,21	71,78%
	28	21,07	15,02	6,29	69,30%
	40	21,71	15,60	6,60	67,89%
LIMITE LIQUIDO					70,14%

LIMITE PLASTICO	PESO HUM. (GR.)	PESO SECO. (GR.)	PESO CAPS. (GR.)	% HUMEDAD
	10,58	9,60	6,57	32,34%
	10,18	9,25	6,47	33,45%
	9,10	8,40	6,32	33,65%
				33,15%

ING. RODRIGO PÉSAÑEZ  
GERENTE

ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
SUELOTEC  
TELF.: 0987 204-385 / 0584 858 274

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO :

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA  
GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON  
CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

## ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO Nº 6

No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
	1	2	3	4	5
MOLDE No.					
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	9.520	10.035	10.239	10.107	
PESO MOLDE (GR)	5.957	5.957	5.957	5.957	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.563	4.078	4.282	4.150	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.110	2.110	2.110	2.110	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.689	1.933	2.029	1.967	

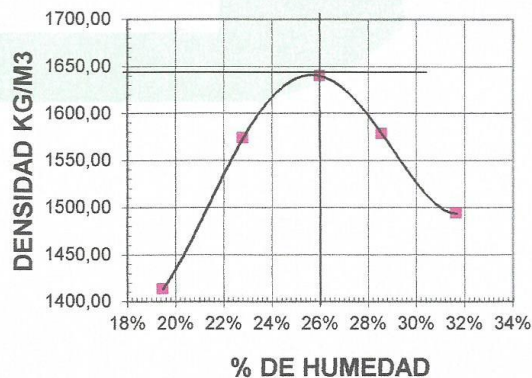
MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	70,08	62,88	52,11	53,66	
P. CAPSULA+SUELO SECO	59,75	52,46	42,05	42,35	
PESO CAPSULA	6,68	6,77	6,85	6,63	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	19,46%	22,81%	28,58%	31,66%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.413	1.574	1.578	1.494	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1.640
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	26,00%
----------------	--------

DENSIDAD MAXIMA KG/M3



ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL**

Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador



# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA GUNCAY -  
EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA - PROVINCIA  
DEL AZUAY

ENSAYO DE CBR

POZO Nº 6

NUMERO DE CAPAS	5					
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.717	13.788	13.111	13.230	13.157	13.338
PESO MOLDE	9.324	9.324	8.994	8.994	9.221	9.221
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.121	2.121	2.110	2.110	2.118	2.118

## CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	76,06	72,20	71,14	67,15	77,95	75,06
P. MUESTRA SECA + TARRO	61,66	58,18	58,09	53,79	63,41	59,31
PESO DEL TARRO	7,09	7,69	7,65	7,45	7,55	8,20
% DE HUMEDAD	26,39%	27,77%	25,87%	28,83%	26,03%	30,82%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	1,38%		2,96%		4,79%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,071	2,105	1,951	2,008	1,858	1,944
DENSIDAD SECA	1,639	1,647	1,550	1,559	1,474	1,486

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF5.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA -  
 PROVINCIA DEL AZUAY

POZO Nº 6

## ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

ALT. DEL MOLDE	4,5 PULG.				AREA DEL PISTON			
	No. GOLPES/CAPA		55,00		25,00		10,00	
FECHA	TIEMPO TRANS. DIAS	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	
	0,00	0,000	4,500	0,00%	0,000	4,500	0,00%	
	1,00	53,000	5,030	1,18%	72,000	5,220	1,60%	2,62%
	2,00	81,000	5,310	1,80%	133,000	5,830	2,96%	3,82%
	3,00	88,000	5,380	1,96%	147,000	5,970	3,27%	4,00%

## ENSAYO DE PENETRACION

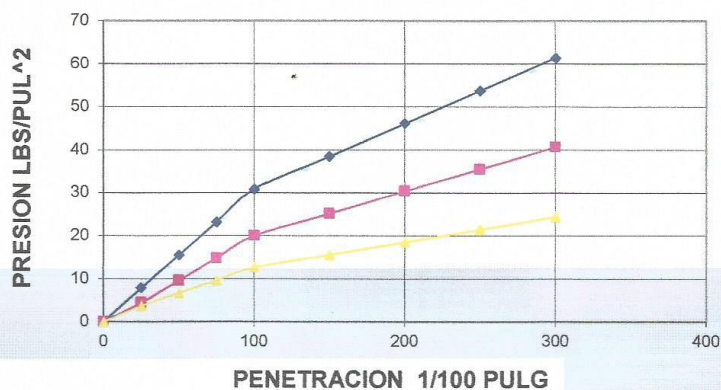
CONSTANTE DEL ANILLO	AREA DEL PISTON				3 PULG.*2			
	No. GOLPES/CAPA		55,00		25,00		10,00	
PENET. EN PULG.	CARGA LBS	PRESION LBS/PULG2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PULG2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR
0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	24	8	13	4	11	4	4	4
50	47	16	29	10	20	7	7	7
75	70	23	44	15	29	10	10	10
100	93	31	60	20	38	13	13	13
150	116	39	76	25	47	16	16	16
200	138	46	91	30	56	19	19	19
250	161	54	107	36	64	21	21	21
300	184	61	122	41	73	24	24	24

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 ING. RODRIGO PESANTEZ  
 GERENTE  
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

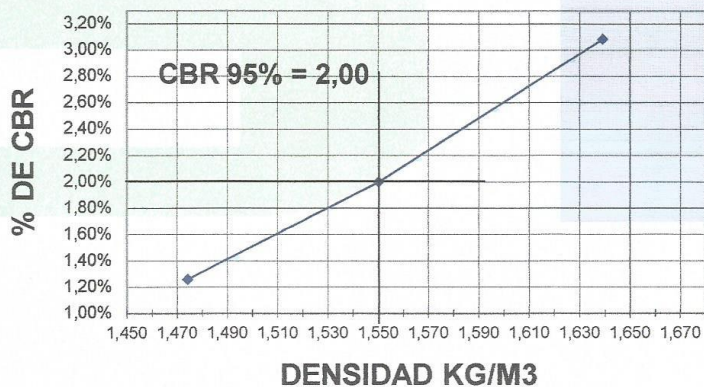


# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

## PENETRACION



## CBR



ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF5.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE

PROYECTO: VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE

POZO Nº 6 PROF: 0,30 - 1,70 mts

### ENSAYOS DE COMPRESION SIMPLE

#### DATOS DE LA MUESTRA

Diámetro : 3,20 cm  
 Altura : 7,70 cm  
 Volumen : 61,93 cm  
 Peso : 106,50 gr  
 Densidad : 1720 gr/cm<sup>3</sup>

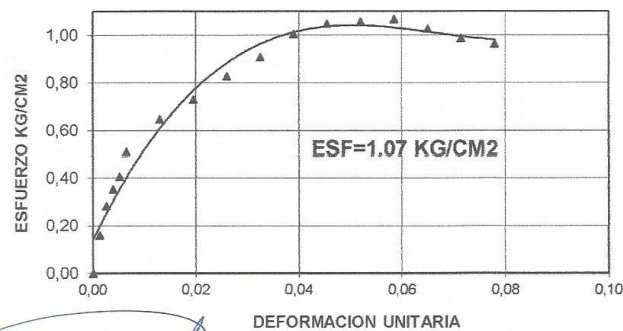
#### CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso Humedo 65,25 gr  
 Peso Seco 53,85 gr  
 Peso Capsula 7,10 gr  
 Humedad % 24,39%

#### DATOS DE LA PRUEBA

LECTURA		Deform.	Carga	Area	Tensión
Deformacion	Carga	Unit	Kg	Corregida	Desviante
0,001mm	Dial			cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0	3	0,0000	0,0000	8,0425	0,00
10	8	0,0013	1,2963	8,0530	0,16
20	15	0,0026	2,2910	8,0634	0,28
30	19	0,0039	2,8597	8,0740	0,35
40	22	0,0052	3,2862	8,0845	0,41
50	28	0,0065	4,1396	8,0951	0,51
100	36	0,0130	5,2779	8,1483	0,65
150	41	0,0195	5,9897	8,2023	0,73
200	47	0,0260	6,8441	8,2570	0,83
250	52	0,0325	7,5564	8,3124	0,91
300	58	0,0390	8,4114	8,3685	1,01
350	61	0,0455	8,8390	8,4255	1,05
400	62	0,0519	8,9816	8,4832	1,06
450	63	0,0584	9,1242	8,5417	1,07
500	61	0,0649	8,8390	8,6010	1,03
550	59	0,0714	8,5539	8,6611	0,99
600	58	0,0779	8,4114	8,7221	0,96

### ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE


 ING. RODRIGO PESANTEZ .  
 CICA 1395

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

 Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
 Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador



## REGISTRO FOTOGRAFICO

POZO 6







## RESUMEN DE RESULTADOS

### PARAMETROS GEOTECNICOS ESPECIFICOS PARA DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.

RESUMEN DE RESULTADOS							
	GRADACION			Limites de Atterberg			
POZO	GRAVA	ARENA	FINOS	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE DE PLASTICIDAD	INDICE DE GRUPO
P6	10,42 %	22,39 %	67,18 %	25,92 %	70,14 %	36,99 %	18

RESUMEN DE RESULTADOS				
DENSIDAD MAXIMA (kg/m <sup>3</sup> )	HUMEDAD OPTIMA	CBR 95%	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION ASSHTO
1.640	26,00 %	2,00	CH	A-7-5

### PARAMETROS GEOTECNICOS ESPECIFICOS PARA DISEÑO DE MUROS DE CONTENCION

RESUMEN DE RESULTADOS				
POZO	Cohesion c (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de friccion interno $\phi$ (°)	$\gamma$ (Kg/m <sup>3</sup> )	OBSERVACIONES
P6	0,54	0	1590	Se ha considerado suelo cohesivo puro

### **EMPUJE LATERAL**

Para el diseño de muros y estructuras de retención, que sean necesarias para el proyecto, en las inmediaciones donde se realizó esta perforación; se puede asumir el empuje activo del suelo, con los correspondientes factores de seguridad que el diseñador de dichos elementos considere necesario.

Para la estimación del empuje activo se utiliza la teoría de empuje de tierras de Rankine que tiene la siguiente formulación:

$$\sigma_h = k_a \cdot \sigma_v - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a} \quad . \quad k_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Donde:

$\sigma_h$ : Esfuerzo horizontal en kg/m<sup>2</sup>

$\sigma_v$ : Esfuerzo vertical en kg/m<sup>2</sup>

$k_a$ : Coeficiente de empuje activo

$\phi$ : Angulo de fricción interna del suelo en grados

$c$ : Cohesión del suelo en kg/m<sup>2</sup>

$z_0$  = altura de corte sin sustentación lateral

En base a la ecuación anterior y luego de realizar algunas operaciones, la ecuación para el empuje lateral de tierras de Rankine es:

$$k_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$z_0 = \frac{2c}{\gamma \sqrt{k_a}}$$

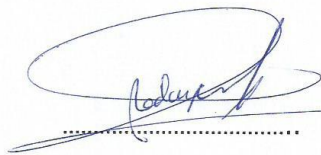
Para el presente caso al tener un suelo arcilloso plástico, cohesivo puro, el coeficiente de empuje activo ( $k_a$ ), teniendo un ángulo de fricción interna de 0°; será  $k_a = 1.00$ .

Teniendo en cuenta la mala calidad de la subrasante encontrada, se debería analizar la opción de rellenar la parte posterior de los muros con material de préstamo tipo mejoramiento, el cual deberá ser conformado y compactado en capas de 30 cm.; el porcentaje de compactación mínimo a exigir en cada capa será de 95% con relación al establecido en laboratorio mediante ensayo AASHO T-180D.

Se recomienda que el material de mejoramiento a utilizar cumpla las siguientes características:

- ✓ La porción del agregado que pase el tamiz No. 40 deberá presentar un Límite Líquido menor a 35 y un Índice de Plasticidad no superior a 12, según lo prescrito en las normas AASHTO T-89 y T-90. – peso específico mayor a 1.90 Tn/m<sup>3</sup>, ángulo de fricción interna mayor a 32°. La granulometría deberá cumplir los siguientes rangos:

TAMIZ	% QUE PASA
4"	100%
No. 4	50 – 90%
No. 200	0 – 20%



ING. RODRIGO PESÁNTEZ L.  
Master en Geología y Geotecnia  
SENECYT  
1007-2016-1756770

Ing. Rodrigo Pesántez L., MSc  
SENECYT: 1007-2016-1756770



# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

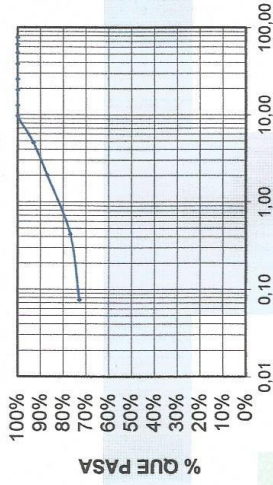
PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

## ENSAYOS DE CLASIFICACION DE SUELOS

TAMIZ	MM	U.S	P. RET. PARC. (GR.)	P. RET. ACUM. (GR.)	RET.	% PASA
76.200	3"	0	0	0	0,00%	100,00%
63.500	2 1/2"	0	0	0	0,00%	100,00%
50.800	2"	0	0	0	0,00%	100,00%
38.100	1 1/2"	0	0	0	0,00%	100,00%
25.400	1"	0	0	0	0,00%	100,00%
19.050	3/4"	0	0	0	0,00%	100,00%
12.700	1/2"	0	0	0	0,00%	100,00%
9.525	3/8"	0	0	0	0,00%	100,00%
4.750	No. 4	263	263	263	6,86%	93,14%
PASA No. 4						
3.571						
TOTAL						
2.000	No. 10	33,00	33	13,01%	86,99%	
0.425	No. 40	54,00	87	23,07%	76,93%	
0.075	No. 200	22,00	109	27,16%	72,84%	
TOTAL						
500,00						

COORDENADAS UTM-WSGS84  
726091E  
9675349N

ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Diciembre 2017  
POZO N° 7  
PROF: 0,30-1,70 mts  
JUAN DA VELEZ  
Cuenca - Ecuador

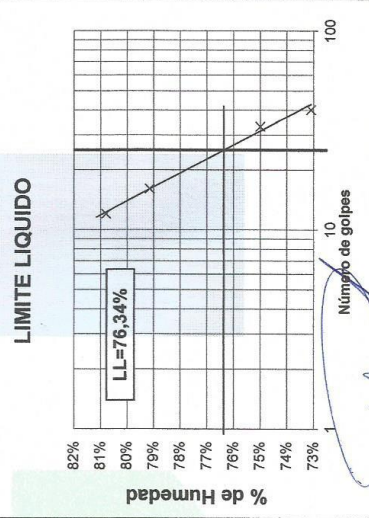


GRAVA G =	6,86%
ARENA S =	20,30%
FINOS F =	72,84%

HN =	28,68%
LL =	76,34%
LP =	34,59%
IP =	41,75%
IC =	

CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHO	A-7-5
IG	19

ARCILLA PURA  
PLASTICA  
COLORACION NEGRA



NUMERO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO. (GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
GOLPES				
40	33,99	29,10	22,41	73,09%
33	33,45	28,80	22,60	75,00%
16	33,52	28,70	22,61	79,15%
12	33,95	28,86	22,56	80,79%
LIMITE LIQUIDO				76,34%

LIMITE PLASTICO	PESO HUM.(GR.)	PESO SECO. (GR.)	PESO CAPS.(GR.)	% HUMEDAD
	24,69	24,05	22,22	34,97%
	24,66	24,13	22,56	33,76%
	24,61	24,06	22,49	35,03%
				34,59%

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE  
SUELOTEC  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELEF.: 0987 204-385 / 0984 858-274



# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA  
GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA -  
PROVINCIA DEL AZUAY

## ENSAYOS DE COMPACTACION DE SUELOS

AASHTO T 180-D

POZO Nº 7

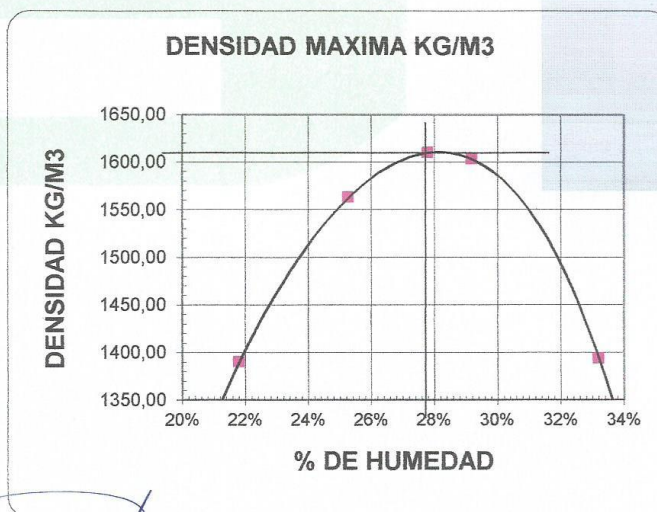
No. DE CAPAS 5	P. MARTILLO 10 LBS				ALT. CAIDA 18 PULG.
MOLDE No.	1	2	3	4	5
MOLDE +SUELO HUM. (GR)	9.235	9.793	10.032	9.580	
PESO MOLDE (GR)	5.670	5.670	5.670	5.670	
PESO SUELO HUMEDO (GR)	3.565	4.123	4.362	3.910	
VOLUMEN MOLDE (CM3)	2.106	2.106	2.106	2.106	
DENSIDAD HUMEDA (KG/M3)	1.693	1.958	2.071	1.857	

MOLDE No.	1	2	3	4	
P. CAPSULA+SUELO HUM	72,00	63,83	52,88	54,61	
P. CAPSULA+SUELO SECO	60,48	52,51	42,69	42,89	
PESO CAPSULA	7,63	7,73	7,79	7,59	
PORCENTAJE DE HUMEDAD	21,80%	25,28%	29,20%	33,20%	

DENSIDAD SECA (KG/M3)	1.390	1.563	1.603	1.394	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--

DENSIDAD MAXIMA (KG/M3)	1.610
-------------------------	-------

HUMEDAD OPTIMA	27,80%
----------------	--------



ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELF5.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL**  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 868383 Cuenca - Ecuador

# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO :

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA  
GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON  
CUENCA - PROVINCIA DEL AZUAY

ENSAYO DE CBR

POZO Nº 7

NUMERO DE CAPAS	5		25		10	
NUMERO DE GOLPES/CAPA	55		25		10	
	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
P. MUESTRA HUM. + MOLDE	13.709	13.816	12.860	13.020	13.159	13.387
PESO MOLDE	9.396	9.396	8.747	8.747	9.272	9.272
VOLUMEN DE LA MUESTRA	2.108	2.108	2.106	2.106	2.104	2.104

CONTENIDO DE AGUA

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
P. MUESTRA HUM. + TARRO	77,12	73,25	72,19	69,21	79,01	76,12
P. MUESTRA SECA + TARRO	62,45	58,55	58,45	54,54	63,08	59,06
PESO DEL TARRO	8,15	8,75	8,69	8,51	5,59	9,24
% DE HUMEDAD	27,02%	29,52%	27,61%	31,87%	27,71%	34,24%
% DE HUMEDAD AGUA ABSORVIDA	2,50%		4,26%		6,53%	

	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES	ANTES	DESPUES
	REMOJO		REMOJO		REMOJO	
DENSIDAD HUMEDA	2,046	2,097	1,953	2,029	1,847	1,956
DENSIDAD SECA	1,611	1,619	1,530	1,539	1,446	1,457

ING. RODRIGO PESANTEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
TELFs.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Telf.: 072 896383 Cuenca - Ecuador



## LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

PROYECTO : ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA LA VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE - CANTON CUENCA - Juan de Velasco  
 PROVINCIA DEL AZUAY

### ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

POZO Nº 7

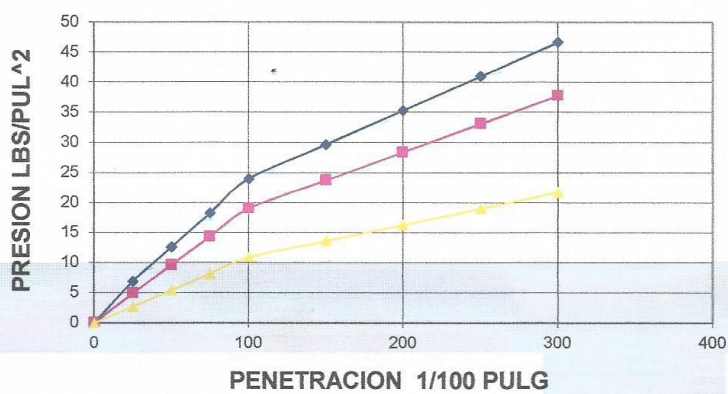
FECHA	TIEMPO TRANS. DIAS	4,5 PULG.				AREA DEL PISTON				3 PULG.*2			
		No. GOLPES/CAPA				55,00				25,00			
		L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	No. GOLPES/CAPA	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.	ESPONJ. %	L.DIAL PULG.	H. MUEST. PULG.
	0,00	0,000	4,500	0,00%	0,000	0,000	4,500	0,00%	0,000	4,500	0,00%	0,000	4,500
	1,00	52,000	4,552	1,16%	105,000	105,000	4,605	2,33%	100,000	4,600	2,22%	100,000	4,600
	2,00	88,000	4,588	1,96%	145,000	145,000	4,645	3,22%	150,000	4,650	3,33%	150,000	4,650
	3,00	95,000	4,595	2,11%	155,000	155,000	4,655	3,44%	194,000	4,694	4,31%	194,000	4,694

### ENSAYO DE PENETRACION

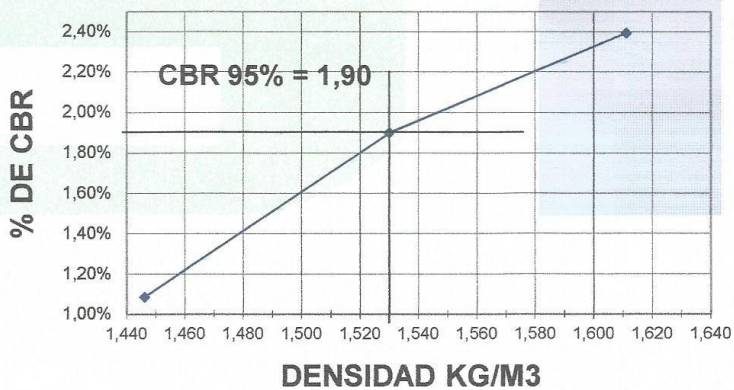
PENET. EN PULG.	CONSTANTE DEL ANILLO				AREA DEL PISTON				3 PULG.*2				VALOR	
	No. GOLPES/CAPA				55,00				25,00				10,00	
	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	CARGA LBS	PRESION LBS/PUL2	P. STAND. LB/PULG2	VALOR CBR	1,09%	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
25	21	7	5	15	15	5	5	10	8	3	3	16		
50	38	13	10	29	29	10	10	14	16	5	5	24		
75	55	18	14	43	43	14	14	19	24	8	8	33		
100	72	24	1,000	57	57	19	1,000	1,90%	33	11	1,000	41		
150	89	30		71	71	24			49	14		57		
200	106	35		85	85	28			65	16		65		
250	123	41		99	99	33				19				
300	140	47		113	113	38				22				


# LABORATORIO DE SUELOS "SUELOTEC S.A"

## PENETRACION



## CBR



  
 ING. RODRIGO PESANTEZ  
 GERENTE

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
 Telf.: 072 866383 Cuenca - Ecuador



**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

PROYECTO: VIA GUNCAY - EL DESPACHO - EL VALLE

POZO N° 7 PROF: 0,30 - 1,70 mts

## ENSAYOS DE COMPRESION SIMPLE

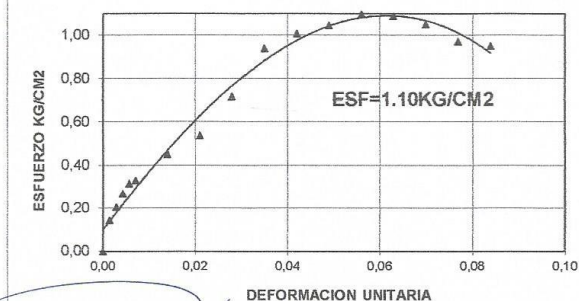
DATOS DE LA MUESTRA	
Diámetro	: 3,40 cm
Altura	: 7,15 cm
Volumen	: 64,92 cm
Peso	: 106,88 gr
Densidad	: 1646 gr/cm <sup>3</sup>

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso Humedo	72,33 gr
Peso Seco	57,92 gr
Peso Capsula	6,40 gr
Humedad %	27,97%

## DATOS DE LA PRUEBA

LECTURA		Deform.	Carga	Area	Tensión
Deformacion	Carga	Unit	Kg	Corregida	Desviante
0,001mm	Dial			cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0	3	0,0000	0,0000	9,0792	0,00
10	8	0,0014	1,2963	9,0919	0,14
20	12	0,0028	1,8647	9,1047	0,20
30	16	0,0042	2,4332	9,1175	0,27
40	19	0,0056	2,8597	9,1303	0,31
50	20	0,0070	3,0018	9,1432	0,33
100	28	0,0140	4,1396	9,2080	0,45
150	34	0,0210	4,9933	9,2738	0,54
200	46	0,0280	6,7017	9,3405	0,72
250	61	0,0350	8,8390	9,4082	0,94
300	66	0,0420	9,5520	9,4769	1,01
350	69	0,0490	9,9798	9,5465	1,05
400	73	0,0559	10,5504	9,6173	1,10
450	73	0,0629	10,5504	9,6890	1,09
500	71	0,0699	10,2651	9,7619	1,05
550	66	0,0769	9,5520	9,8358	0,97
600	65	0,0839	9,4094	9,9109	0,95

## ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE


 ING. RODRIGO PESANTEZ  
 CICA 1395

**SUELOTEC**  
 ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
 TELFS.: 0987 204-385 / 0984 858-274

**ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL**

 Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
 Telf.: 072 886383 Cuenca - Ecuador



## REGISTRO FOTOGRAFICO

### POZO 7





## **RESUMEN DE RESULTADOS**

### **PARAMETROS GEOTECNICOS ESPECIFICOS PARA DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.**

RESUMEN DE RESULTADOS							
	GRADACION			Limites de Atterberg			
POZO	GRAVA	ARENA	FINOS	HUMEDAD NATURAL	LIMITE LIQUIDO	INDICE DE PLASTICIDAD	INDICE DE GRUPO
P7	6,86 %	20,30 %	72,84 %	28,58 %	76,34 %	41,75 %	19

RESUMEN DE RESULTADOS				
DENSIDAD MAXIMA (kg/m <sup>3</sup> )	HUMEDAD OPTIMA	CBR 95%	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION ASSHTO
1.610	27,80 %	1,90	CH	A-7-5

### **PARAMETROS GEOTECNICOS ESPECIFICOS PARA DISEÑO DE MUROS DE CONTENCION**

RESUMEN DE RESULTADOS				
POZO	Cohesion c (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de friccion interno $\phi$ (°)	$\gamma$ (Kg/m <sup>3</sup> )	OBSERVACIONES
P7	0,55	0	1540	Se ha considerado suelo cohesivo puro

### **EMPUJE LATERAL**

Para el diseño de muros y estructuras de retención, que sean necesarias para el proyecto, en las inmediaciones donde se realizó esta perforación; se puede asumir el empuje activo del suelo, con los correspondientes factores de seguridad que el diseñador de dichos elementos considere necesario.



Para la estimación del empuje activo se utiliza la teoría de empuje de tierras de Rankine que tiene la siguiente formulación:

$$\sigma_h = k_a \cdot \sigma_v - 2 \cdot c \cdot \sqrt{k_a} \quad . \quad k_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Donde:

$\sigma_h$ : Esfuerzo horizontal en kg/m<sup>2</sup>

$\sigma_v$ : Esfuerzo vertical en kg/m<sup>2</sup>

$k_a$ : Coeficiente de empuje activo

$\phi$ : Angulo de fricción interna del suelo en grados

$c$ : Cohesión del suelo en kg/m<sup>2</sup>

$z_0$  = altura de corte sin sustentación lateral

En base a la ecuación anterior y luego de realizar algunas operaciones, la ecuación para el empuje lateral de tierras de Rankine es:

$$k_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$z_0 = \frac{2c}{\gamma \sqrt{k_a}}$$

Para el presente caso al tener un suelo arcilloso plástico, cohesivo puro, el coeficiente de empuje activo ( $k_a$ ), teniendo un ángulo de fricción interna de 0°; será  $k_a = 1.00$ .

Teniendo en cuenta la mala calidad de la subrasante encontrada, se debería analizar la opción de rellenar la parte posterior de los muros con material de préstamo tipo mejoramiento, el cual deberá ser conformado y compactado en capas de 30 cm.; el porcentaje de compactación mínimo a exigir en cada capa será de 95% con relación al establecido en laboratorio mediante ensayo AASHO T-180D.

Se recomienda que el material de mejoramiento a utilizar cumpla las siguientes características:

- ✓ La porción del agregado que pase el tamiz No. 40 deberá presentar un Límite Líquido menor a 35 y un Índice de Plasticidad no superior a 12, según lo prescrito en las normas AASHTO T-89 y T-90. – peso específico mayor a 1.90 Tn/m<sup>3</sup>, ángulo de fricción interna mayor a 32°. La granulometría deberá cumplir los siguientes rangos:

TAMIZ	% QUE PASA
4"	100%
No. 4	50 – 90%
No. 200	0 – 20%














ING. RODRIGO PESÁNTEZ L.  
Master en Geología y Geotecnia  
SENECYT

Ing. Rodrigo Pesántez L., MSc 1007-2016-1756770

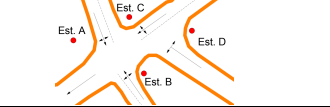










SENECYT: 1007-2016-1756770














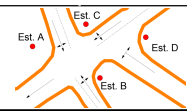
INTERSECCIÓN VÍA A EL VALLE Y VÍA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFÍA Y GUNCAY

CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO										
ENCUESTADOR: ERAVALO M.				ESTACIÓN: "A"						
FECHA: MIERCOLES 20 SEPTIEMBRE 2017				SENTIDO:						
HORA INICIO: 6:00am				HORA FIN: 20:30pm						
HORA		BUSES		CAMIONES		TRAILER			OTROS	
		 2 EJES	 3 EJES	 2 EJES	 3 EJES	 3S1	 3S2	 3S3	 BICICLETA	 MOTO
6H00 - 6H15										
6H15 - 6H30										
6H30 - 6H45	2									
6H45 - 7H00	5									
7H00 - 7H15	1	1								
7H15 - 7H30	4									1
7H30 - 7H45	1									
7H45 - 8H00	4									
8H00 - 8H15	4									
8H15 - 8H30	2									
8H30 - 8H45	2									
8H45 - 9H00	6									
9H00 - 9H15	3									
9H15 - 9H30	3									
9H30 - 9H45	8									
9H45 - 10H00										
10:00 - 10:15	3			1						
10:15 - 10:30	3			1						
10:30 - 10:45	4									
10:45 - 11:00	4									
11:00 - 11:15	1			1						
11:15 - 11:30	4									
11:30 - 11:45	6									
11:45 - 12:00	5									
12:00 - 12:15	1									
12:15 - 12:30	4									
12:30 - 12:45	4									
12:45 - 13:00										2
13:00 - 13:15	1									
13:15 - 13:30	7									
13:30 - 13:45	1									
13:45 - 14:00	6									
14:00 - 14:15	3									
14:15 - 14:30	2									
14:30 - 14:45	3									
14:45 - 15:00	6			1						
15:00 - 15:15	3			1						
15:15 - 15:30	5								1	
15:30 - 15:45	5									
15:45 - 16:00	1			1						
16:00 - 16:15	5									
16:15 - 16:30	1			1						
16:30 - 16:45	1									
16:45 - 17:00	5									
17:00 - 17:15										
17:15 - 17:30	2									
17:30 - 17:45	5									
17:45 - 18:00	2									1
18:00-18:15	6	1		1						
18:15-18:30	6									1
18:30-18:45	3									1
18:45-19:00	5									1
19:00-19:15	3									
19:15-19:30	2									
19:30-19:45	4									
19:45-20:00	5									1
20:00-20:15	4									
20:15-20:30	5									
SUBTOTAL	191	2	0	8	0	0	0	0	1	8
TOTAL	210									






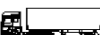






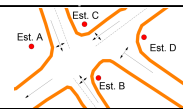
CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO										
ENCUESTADOR: PRIETO J.				ESTACIÓN: "B"						
FECHA: MIERCOLES 20 SEPTIEMBRE 2017				SENTIDO:						
HORA INICIO: 6:00am				HORA FIN: 20:30pm						
HORA		BUSES		CAMIONES		TRAILER			OTROS	
										
6H00 - 6H15	72	11			1					1
6H15 - 6H30	134	12		1	1					3
6H30 - 6H45	99	9		7						4
6H45 - 7H00	90	6		2						5
7H00 - 7H15	85	10		2						5
7H15 - 7H30	115	13		8						5
7H30 - 7H45	111	9		4	2					10
7H45 - 8H00	69	6		9			1			9
8H00 - 8H15	61	8		7	1					7
8H15 - 8H30	65	4		11	1					3
8H30 - 8H45	63	6		11	1					7
8H45 - 9H00	48	7		2						1
9H00 - 9H15	56	7		6						1
9H15 - 9H30	40	5		5				1		1
9H30 - 9H45	40	5		4						4
9H45 - 10H00	38	7		2	1	2				2
10:00 - 10:15	45	1		10						2
10:15 - 10:30	52	7		7				1		3
10:30 - 10:45	42	4		5						5
10:45 - 11:00	44	4		7	1					2
11:00 - 11:15	41	5		8						
11:15 - 11:30	45	6		7	1					4
11:30 - 11:45	48	4		6	1					1
11:45 - 12:00	41	10		2	1					1
12:00 - 12:15	48	5		7					1	1
12:15 - 12:30	52	3		4						2
12:30 - 12:45	60	4		9	1					2
12:45 - 13:00	66	5		6	2					2
13:00 - 13:15	47	5		9	2	3				2
13:15 - 13:30	39	6		6	1					3
13:30 - 13:45	46	3		4	2					3
13:45 - 14:00	40	8		12	3					6
14:00 - 14:15	45	2		2						1
14:15 - 14:30	50	7		8				1		1
14:30 - 14:45	60	4		7	1					1
14:45 - 15:00	39	6		4	1					2
15:00 - 15:15	41	4		6						3
15:15 - 15:30	49	2		2						1
15:30 - 15:45	52	2		5						
15:45 - 16:00	38	6		7						5
16:00 - 16:15	47	4		11				1		1
16:15 - 16:30	39	4		8		1		1		1
16:30 - 16:45	43	5		9	1	1				2
16:45 - 17:00	51	5		5	2	1				3
17:00 - 17:15	61	7		7						2
17:15 - 17:30	42	6		4	2					4
17:30 - 17:45	62	5		11						4
17:45 - 18:00	56	7		4	1					3
18:00-18:15	59	7		6	2					
18:15-18:30	37	3		5						1
18:30-18:45	50	5		4						3
18:45-19:00	33	3		5						1
19:00-19:15	50	4		1						1
19:15-19:30	41	3		1						1
19:30-19:45	34	5		2	1					
19:45-20:00	28	7			1					1
20:00-20:15	26	4		2						3
20:15-20:30	37	1		1	3					
SUBTOTAL	3112	323	0	317	38	8	1	5	1	152
TOTAL	3957									

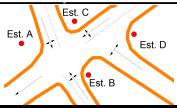










CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO										
ENCUESTADOR: PRIETO J.					ESTACIÓN: "B"					
FECHA: MIERCOLES 20 SEPTIEMBRE 2017					SENTIDO:					
HORA INICIO: 6:00am					HORA FIN: 20:30pm					
HORA	LIVIANOS 	BUSES		CAMIONES		TRAILER			OTROS	
		2 EJES 	3 EJES 	2 EJES 	3 EJES 	3S1 	3S2 	3S3 	BICICLETA 	MOTO 
6H00 - 6H15	2			1						
6H15 - 6H30										
6H30 - 6H45										
6H45 - 7H00										
7H00 - 7H15	2									
7H15 - 7H30										
7H30 - 7H45	2			1						
7H45 - 8H00	1									1
8H00 - 8H15										
8H15 - 8H30										
8H30 - 8H45										
8H45 - 9H00										
9H00 - 9H15	1			1						
9H15 - 9H30	1			1						
9H30 - 9H45	2									
9H45 - 10H00	3			1						
10:00 - 10:15	3			1	1					
10:15 - 10:30				1						
10:30 - 10:45					1					
10:45 - 11:00	1			2						
11:00 - 11:15										
11:15 - 11:30										
11:30 - 11:45	1									
11:45 - 12:00				2						
12:00 - 12:15	1				1					
12:15 - 12:30	1									
12:30 - 12:45	6			1						
12:45 - 13:00	2			1						
13:00 - 13:15	1									
13:15 - 13:30	1									
13:30 - 13:45	2				1					
13:45 - 14:00	1									
14:00 - 14:15										
14:15 - 14:30	2			2						
14:30 - 14:45	1			1	1					
14:45 - 15:00	2									
15:00 - 15:15	3									
15:15 - 15:30	3									1
15:30 - 15:45	2				1					1
15:45 - 16:00	3			1						
16:00 - 16:15										
16:15 - 16:30										
16:30 - 16:45	1									
16:45 - 17:00										
17:00 - 17:15				2	1					
17:15 - 17:30	1									
17:30 - 17:45	1									
17:45 - 18:00										
18:00 - 18:15	1									
18:15 - 18:30				1						
18:30 - 18:45	2									
18:45 - 19:00	1									
19:00 - 19:15										
19:15 - 19:30										
19:30 - 19:45										
19:45 - 20:00	2									
20:00 - 20:15										
20:15 - 20:30										
SUBTOTAL	59	0	0	20	7	0	0	0	0	3
TOTAL	89									
















CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO										
ENCUESTADOR: PRIETO J.					ESTACIÓN: "B"					
FECHA: MIERCOLES 20 SEPTIEMBRE 2017					SENTIDO:					
HORA INICIO: 6:00am					HORA FIN: 20:30pm					
HORA	LIVIANOS	BUSES		CAMIONES		TRAILER			OTROS	
										
6H00 - 6H15										
6H15 - 6H30										
6H30 - 6H45	2									
6H45 - 7H00	7									
7H00 - 7H15	4			1						
7H15 - 7H30	2									
7H30 - 7H45	5			1						
7H45 - 8H00	7									
8H00 - 8H15	3									
8H15 - 8H30										
8H30 - 8H45	4									
8H45 - 9H00	8									1
9H00 - 9H15	4									1
9H15 - 9H30	5									1
9H30 - 9H45	3									
9H45 - 10H00	6									
10:00 - 10:15	4			1						
10:15 - 10:30	3									
10:30 - 10:45	8									1
10:45 - 11:00	7									
11:00 - 11:15	4									
11:15 - 11:30	2			1						
11:30 - 11:45	7									
11:45 - 12:00	6									1
12:00 - 12:15	6									1
12:15 - 12:30	5			1						
12:30 - 12:45	6									
12:45 - 13:00	9			2						
13:00 - 13:15	8									
13:15 - 13:30	3									1
13:30 - 13:45	3									
13:45 - 14:00	7									
14:00 - 14:15	4									
14:15 - 14:30	2									
14:30 - 14:45	6									
14:45 - 15:00	2			1						
15:00 - 15:15	6			1						
15:15 - 15:30	4			2						
15:30 - 15:45	3			2						1
15:45 - 16:00	7			2						
16:00 - 16:15	10									
16:15 - 16:30	7									
16:30 - 16:45	5									
16:45 - 17:00	4			1						
17:00 - 17:15	4									1
17:15 - 17:30	7									
17:30 - 17:45	8									
17:45 - 18:00	2									
18:00 - 18:15	6									1
18:15 - 18:30	3									
18:30 - 18:45	3									
18:45 - 19:00	10			1						
19:00 - 19:15	8									
19:15 - 19:30	3									
19:30 - 19:45	4									
19:45 - 20:00	7									
20:00 - 20:15	5									
20:15 - 20:30	3									
SUBTOTAL	281	0	0	17	0	0	0	0	0	10
TOTAL	308									



CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO										
ENCUESTADOR: CRIOLLO M.					ESTACIÓN: "C"					
FECHA: MIERCOLES 20 SEPTIEMBRE 2017					SENTIDO:					
HORA INICIO: 6:00am					HORA FIN: 20:30pm					
HORA	LIVIANOS 	BUSES		CAMIONES		TRAILER			OTROS	
		2 EJES 	3 EJES 	2 EJES 	3 EJES 	3S1 	3S2 	3S3 	BICICLETA 	MOTO 
6H00 - 6H15	2									1
6H15 - 6H30	11									1
6H30 - 6H45	5									
6H45 - 7H00	8									
7H00 - 7H15	6									
7H15 - 7H30	4									2
7H30 - 7H45	4									
7H45 - 8H00	5									
8H00 - 8H15	4									
8H15 - 8H30	3			1						
8H30 - 8H45	8									
8H45 - 9H00	8			1						
9H00 - 9H15	9									
9H15 - 9H30	5									
9H30 - 9H45	6									
9H45 - 10H00	4			1						
10:00 - 10:15	2			1						
10:15 - 10:30	3			1	1					
10:30 - 10:45	5			1						1
10:45 - 11:00	5									
11:00 - 11:15	1									
11:15 - 11:30	3			1						
11:30 - 11:45	1			1						
11:45 - 12:00	4									
12:00 - 12:15	5									
12:15 - 12:30	3			1						
12:30 - 12:45	3									
12:45 - 13:00	3									1
13:00 - 13:15	6			1						
13:15 - 13:30	2									
13:30 - 13:45	6									
13:45 - 14:00	2									
14:00 - 14:15	8			1						
14:15 - 14:30	5			1						
14:30 - 14:45	3									1
14:45 - 15:00	10			1						
15:00 - 15:15	1									
15:15 - 15:30	3								1	
15:30 - 15:45	1									
15:45 - 16:00	7									
16:00 - 16:15	3									
16:15 - 16:30	5									
16:30 - 16:45	1			1						
16:45 - 17:00	1									
17:00 - 17:15	3									1
17:15 - 17:30	6									1
17:30 - 17:45	4									
17:45 - 18:00	5									
18:00 - 18:15	6									
18:15 - 18:30	3									
18:30 - 18:45	5									
18:45 - 19:00	3									
19:00 - 19:15	2									
19:15 - 19:30	3									
19:30 - 19:45	4									
19:45 - 20:00	5									
20:00 - 20:15	4									
20:15 - 20:30										
SUBTOTAL	247	0	0	14	1	0	0	0	1	9
TOTAL	272									



CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO										
ENCUESTADOR: CRIOLLO M.					ESTACIÓN: "C"					
FECHA: MIERCOLES 20 SEPTIEMBRE 2017					SENTIDO:					
HORA INICIO: 6:00am					HORA FIN: 20:30pm					
HORA	LIVIANOS 	BUSES  		CAMIONES  		TRAILER   			OTROS  	
6H00 - 6H15		1								
6H15 - 6H30	5	1								
6H30 - 6H45	7									
6H45 - 7H00	6			3						
7H00 - 7H15	9									
7H15 - 7H30	6	1		1						
7H30 - 7H45	3									
7H45 - 8H00	6			1						
8H00 - 8H15	10			3						
8H15 - 8H30	5									
8H30 - 8H45	4				1					
8H45 - 9H00	1									
9H00 - 9H15	3									
9H15 - 9H30	3			1	1					
9H30 - 9H45	4									
9H45 - 10H00	5			1	1					
10:00 - 10:15	2									
10:15 - 10:30	7			1						
10:30 - 10:45	5									
10:45 - 11:00	2									
11:00 - 11:15	3				1					
11:15 - 11:30	1			1	1					
11:30 - 11:45	8									1
11:45 - 12:00	5			1						
12:00 - 12:15	5									
12:15 - 12:30	5									1
12:30 - 12:45	4									
12:45 - 13:00	8			1						
13:00 - 13:15	2				1					
13:15 - 13:30	10			1						
13:30 - 13:45	6			1						
13:45 - 14:00	2			2	1					1
14:00 - 14:15	5									
14:15 - 14:30	8			1						
14:30 - 14:45	1									
14:45 - 15:00	3			2	1					
15:00 - 15:15	5			2					1	
15:15 - 15:30	9									
15:30 - 15:45	2				1					
15:45 - 16:00	4				2					
16:00 - 16:15	6									
16:15 - 16:30	3									
16:30 - 16:45	5				1					
16:45 - 17:00	7			1						
17:00 - 17:15	6			1						
17:15 - 17:30	5			2						
17:30 - 17:45	14				1				1	
17:45 - 18:00	14								2	
18:00-18:15	6			1						
18:15-18:30	7			1						1
18:30-18:45	9									1
18:45-19:00	8			1						
19:00-19:15	5									1
19:15-19:30	6								1	
19:30-19:45	8	1								
19:45-20:00	5			1						
20:00-20:15	4									1
20:15-20:30	4									
SUBTOTAL	311	4	0	31	13	0	0	0	5	7
TOTAL	371									

[illegible]

CONTEO VOLUMETRICO DE TRAFICO										
ENCUESTADOR: ALBUJA C.					ESTACIÓN: "D"					
FECHA: MIERCOLES 20 SEPTIEMBRE 2017					SENTIDO:					
HORA INICIO: 6:00am					HORA FIN: 20:30pm					
HORA		BUSES		CAMIONES		TRAILER			OTROS	
		 2 EJES	 3 EJES	 2 EJES	 3 EJES	 3S1	 3S2	 3S3	 BICICLETA	 MOTO
6H00 - 6H15	5									
6H15 - 6H30	11									1
6H30 - 6H45	14									
6H45 - 7H00	13	1		2						
7H00 - 7H15	30									1
7H15 - 7H30	21									1
7H30 - 7H45	25									1
7H45 - 8H00	11									
8H00 - 8H15	21									
8H15 - 8H30	16									1
8H30 - 8H45	7									
8H45 - 9H00	14									1
9H00 - 9H15	18			1						
9H15 - 9H30	15									1
9H30 - 9H45	14								1	
9H45 - 10H00	12									
10:00 - 10:15	8			1						1
10:15 - 10:30	11									
10:30 - 10:45	14			2						1
10:45 - 11:00	10			3						
11:00 - 11:15	12									1
11:15 - 11:30	16									1
11:30 - 11:45	15									1
11:45 - 12:00	12			1						
12:00 - 12:15	11									
12:15 - 12:30	19			2						
12:30 - 12:45	19									2
12:45 - 13:00	29			1						
13:00 - 13:15	22									1
13:15 - 13:30	13									
13:30 - 13:45	14									1
13:45 - 14:00	16									3
14:00 - 14:15	21			1						
14:15 - 14:30	11									
14:30 - 14:45	16									
14:45 - 15:00	8									
15:00 - 15:15	9									
15:15 - 15:30	15			1						3
15:30 - 15:45	13									1
15:45 - 16:00	9									
16:00 - 16:15	10									
16:15 - 16:30	15			1						1
16:30 - 16:45	14									
16:45 - 17:00	7									
17:00 - 17:15	15									
17:15 - 17:30	13									
17:30 - 17:45	20			1						
17:45 - 18:00	21									
18:00-18:15	28									1
18:15-18:30	27									2
18:30-18:45	21									3
18:45-19:00	21									2
19:00-19:15	11									
19:15-19:30	16									
19:30-19:45	12									1
19:45-20:00	17									
20:00-20:15	9									
20:15-20:30	6									
SUBTOTAL	873	1	0	17	0	0	0	0	1	33
TOTAL	925									



## BAGUANCHI, PACCHA

The map shows the coastline of the study area. A river, the Rio de São Francisco, flows into the ocean. Two sampling stations are marked: Est. A is located on the coastline, and Est. B is located in the river. The map also shows the location of the city of Salvador, Bahia, and the state capital, Vitória da Conquista.

The map shows a coastline with a river flowing into the sea. Two sampling stations are marked with red dots: Est. A is located further inland, and Est. B is located closer to the river mouth. The river is shown as a blue line, and the coastline is a black line. The sea is the light blue area on the right.

The map shows the coastline of the study area. A river flows from the top right towards the bottom left. Two sampling stations are marked with red dots: Est. A is located on the river, and Est. B is located on the coastline. The map also shows the location of the sampling stations relative to the coastline and the river.

The map shows a coastline with a river flowing into the sea. Two sampling stations are marked with red dots: Est. A is located further inland, and Est. B is located closer to the river mouth. The river is depicted as a blue line, and the coastline is a black line. The sea is the white area to the right of the coastline.

**ANEXO 4: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Diseño definitivo vía CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFIA Y GUNCAY DE LA PARROQUIA DE EL VALLE

**Oferente:** GAD PARROQUIAL DE EL VALLE

**Ubicación:** Parroquia de El Valle

**Fecha:** 04/04/2018

PRESUPUESTO						
Item	Codigo	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		MOVIMIENTO DE TIERRAS				222,544.74
1,001	520002	Desbroce y limpieza	m2	35,753.48	1.52	54,345.29
1,002	522037	Replanteo y nivelacion	m	2,643.82	3.01	7,957.90
1,003	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	21,546.53	3.68	79,291.23
1,004	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	28,010.49	2.89	80,950.32
2		ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE				1,332,527.51
2,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	15,895.79	3.68	58,496.51
2,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	20,664.53	2.89	59,720.49
2,003	500018	Subrasante Conformación y Compactación	m2	27,822.02	1.36	37,837.95
2,004	500004	Asfalto RC-250 para imprimación	Litro	41,733.03	0.94	39,229.05
2,005	500005	Carpeta de rodadura de Ho Asfáltico mezclado en planta	m2	27,822.02	17.20	478,538.74
2,006	500029	Transporte de Mezcla Asfáltica (medido desp. compactac	m3/km	3,957.41	0.34	1,345.52
2,007	500006	Base Clase II, Conformacion y Compactación (inclu. tran	m3	3,895.09	26.32	102,518.77
2,008	500007	Subase Clase II, Conformación y Compactación	m3	8,346.61	23.52	196,312.27
2,009	500008	Material de Mejoramiento (inclu. Transporte)	m3	5,564.41	21.90	121,860.58
2,010	500009	Relleno compactado con Material de Mejoramiento	m3	6,662.94	35.52	236,667.63
3		VEREDAS EN LA VÍA				139,348.18
3,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	1,586.30	3.68	5,837.58
3,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	2,062.18	2.89	5,959.70
3,003	508003	Replanto de Piedra, e=5 cm	m2	7,931.46	4.60	36,484.72
3,004	500030	Hormigón Cemento Portland (f'c=180kg/cm2) (inclu. enc	m3	475.89	151.67	72,178.24
3,005	500031	Piedra para vereda h=15 cms	m3	713.83	26.46	18,887.94
4		SISTEMA DE DRENAJE (SUMIDEROS)				37,159.91
4,001	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad e	m3	5.48	11.38	62.36
4,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	7.13	2.89	20.61
4,003	500011	Caja para sumidero(L=0.70m, a=0.40m, h=0.70m)	u	28.00	88.90	2,489.20
4,004	500012	SUM. INS. Rejilla Metálica para Sumidero	u	28.00	135.05	3,781.40
4,005	500010	SUM. INS. Tubo PVC Alcantarillado D=200 mm	m	2,738.00	11.10	30,391.80
4,006	500017	Encofrado de madera	m2	35.28	11.75	414.54
5		SISTEMA DE DRENAJE (SUBDREN)				15,926.96
5,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	240.00	3.68	883.20
5,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	312.00	2.89	901.68
5,003	500013	SUM. COL. de Geotextil NT 3000	m2	1,080.00	2.48	2,678.40
5,004	500014	SUM. INS. de Tubería para Subdren D=160 mm	ml	200.00	12.28	2,456.00
5,005	500032	Material filtrante de 2 a 4 pulg. de diametro (Piedra)	m3	192.00	37.57	7,213.44
5,006	500033	Material filtrante arena	m3	48.00	37.38	1,794.24
6		SISTEMA DE DRENAJE (ALCANTARILLAS)				122,666.37
6,001		ALCANTARILLA TIPO CAJON				89,264.77
6,001,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	9.00	3.68	33.12
6,001,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	11.70	2.89	33.81
6,001,003	500017	Encofrado de madera	m2	521.14	11.75	6,123.40
6,001,004	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	201.46	156.64	31,556.69
6,001,005	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	23,859.84	2.12	50,582.86
6,001,006	508004	Replanto de Piedra, e=10 cm	m2	152.76	6.12	934.89
6,002		ALCANTARILLA CIRCULAR				14,396.26
6,002,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	161.30	3.68	593.58

6,002,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	209.69	2.89	606.00
6,002,003	500027	Tubería metálica corrugada D=1.90 m, esp=2.00 mm (Inc	ml	44.68	295.36	13,196.68
6,003		ALCANTARILLA CIRCULAR PARA DRENAJE DE CUN				19,005.34
6,003,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	133.56	3.68	491.50
6,003,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	173.63	2.89	501.79
6,003,003	500025	Tubería metálica corrugada D=1.20m, esp=2.00mm (incl	ml	92.75	194.20	18,012.05
7		SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL				58,131.22
7,001	500022	Guardacaminos tipo viga doble	ml	297.00	108.31	32,168.07
7,002	500023	Marca de Pavimento (Pintura sobre la calzada)	ml	10,575.28	1.12	11,844.31
7,003	500021	Sello para señalización vertical	u	54.00	217.26	11,732.04
7,004	500024	SUM. INST. de Tachas reflectivas	u	221.00	10.80	2,386.80
8		MUROS DE CONTENCIÓN				266,010.00
8,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	532.52	3.68	1,959.67
8,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	692.27	2.89	2,000.66
8,003	500020	Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% Piedra. f'c = 180kg/m	m3	1,976.54	132.58	262,049.67
9		DISEÑO DE ISLA PARA BUSES				30,830.90
9,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	4.80	3.68	17.66
9,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	6.24	2.89	18.03
9,003	500028	Isla para buses (Estructura metálica)	Global	12.00	2,520.00	30,240.00
9,004	500030	Hormigón Cemento Portland (f'c=180kg/cm2) (inclu. enc	m3	3.60	151.67	546.01
9,005	508003	Replanto de Piedra, e=5 cm	m2	2.00	4.60	9.20
10		INDEMNIZACIONES				219,158.96
10,001	500016	Reubicación de Postes de Ho hasta 12 metros de altura c	u	38.00	215.32	8,182.16
10,002	522038	Casas y Viviendas	u	4.00	36,000.00	144,000.00
10,003	500035	Terrenos y Muros	Global	1.00	60,000.00	60,000.00
10,004	500036	Recuperación de pozos de revision (Incluye brocal y tapa)	u	38.00	183.60	6,976.80
<b>SUBTOTAL</b>						2,444,304.75
<b>IVA</b>						12% 293,316.57
<b>TOTAL</b>						2,737,621.32

Son: DOS MILLONES SETECIENTOS TREINTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS VEINTE Y UNO CON 32/100 DÓLARES

**PRESUPUESTO RIGIDO**

Diseño definitivo vía CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFIA Y GUNCAY DE LA PARROQUIA DE EL VALLE

**Oferente:** GAD PARROQUIAL DE EL VALLE

**Ubicación:** Parroquia de El Valle

**Fecha:** 04/04/2018

PRESUPUESTO						
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		MOVIMIENTO DE TIERRAS				222,544.74
1,001	520002	Desbroce y limpieza	m2	35,753.48	1.52	54,345.29
1,002	522037	Replanteo y nivelacion	m	2,643.82	3.01	7,957.90
1,003	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	21,546.53	3.68	79,291.23
1,004	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	28,010.49	2.89	80,950.32
2		ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO				1,673,014.43
2,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	11,685.25	3.68	43,001.71
2,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	20,664.53	2.89	59,720.49
2,003	500018	Subrasante Conformación y Compactación	m2	27,822.02	1.36	37,837.95
2,004	500037	Material de Mejoramiento (inclu. Transporte)	m3	5,564.40	21.90	121,860.45
2,005	500005	Base Clase II, Conformacion y Compactación (inclu. tran	m3	4,173.30	26.32	109,841.33
2,006	500029	Losa Pavimento Hormigón f'c(28)=300 kg/cm2	m3	6,120.84	148.58	909,435.06
2,007	500006	Acero de Refuerzo, fy =4200Kg/cm2	kg	34,849.48	2.12	73,880.90
2,008	500007	Encofrado metálico para vías	ml	7,411.36	4.42	32,758.21
2,009	500008	Curado de superficie con aditivo químico	m2	27,822.02	0.61	16,971.43
2,012	500009	Corte y sellado de juntas con poliuretano incluye cordón e	ml	7,411.36	3.86	28,607.85
2,011	500004	Junta de madera para losa de hormigón	ml	1,191.87	2.04	2,431.41
2,010	500009	Relleno compactado con Material de Mejoramiento	m3	6,662.94	35.52	236,667.63
3		VEREDAS EN LA VÍA				139,348.18
3,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	1,586.30	3.68	5,837.58
3,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	2,062.18	2.89	5,959.70
3,003	508003	Replanteo de Piedra, e=5 cm	m2	7,931.46	4.60	36,484.72
3,004	500030	Hormigón Cemento Portland (f'c=180kg/cm2) (inclu. enc	m3	475.89	151.67	72,178.24
3,005	500031	Piedra para vereda h=15 cms	m3	713.83	26.46	18,887.94
4		SISTEMA DE DRENAJE (SUMIDEROS)				37,159.91
4,001	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad e	m3	5.48	11.38	62.36
4,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	7.13	2.89	20.61
4,003	500011	Caja para sumidero(L=0.70m, a=0.40m, h=0.70m)	u	28.00	88.90	2,489.20
4,004	500012	SUM. INS. Rejilla Metálica para Sumidero	u	28.00	135.05	3,781.40
4,005	500010	SUM. INS. Tubo PVC Alcantarillado D=200 mm	m	2,738.00	11.10	30,391.80
4,006	500017	Encofrado de madera	m2	35.28	11.75	414.54
5		SISTEMA DE DRENAJE (SUBDREN)				15,926.96
5,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	240.00	3.68	883.20
5,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	312.00	2.89	901.68
5,003	500013	SUM. COL. de Geotextil NT 3000	m2	1,080.00	2.48	2,678.40
5,004	500014	SUM. INS. de Tubería para Subdren D=160 mm	ml	200.00	12.28	2,456.00
5,005	500032	Material filtrante de 2 a 4 pulg. de diametro (Piedra)	m3	192.00	37.57	7,213.44
5,006	500033	Material filtrante arena	m3	48.00	37.38	1,794.24
6		SISTEMA DE DRENAJE (ALCANTARILLAS)				122,666.37
6,001		ALCANTARILLA TIPO CAJON				89,264.77
6,001,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	9.00	3.68	33.12
6,001,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	11.70	2.89	33.81
6,001,003	500017	Encofrado de madera	m2	521.14	11.75	6,123.40
6,001,004	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	201.46	156.64	31,556.69
6,001,005	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	23,859.84	2.12	50,582.86
6,001,006	508004	Replanteo de Piedra, e=10 cm	m2	152.76	6.12	934.89



6,002		ALCANTARILLA CIRCULAR				14,396.26
6,002,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	161.30	3.68	593.58
6,002,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	209.69	2.89	606.00
6,002,003	500027	Tubería metálica corrugada D=1.90 m, esp=2.00 mm (Inc	ml	44.68	295.36	13,196.68
6,003		ALCANTARILLA CIRCULAR PARA DRENAJE DE CUN				19,005.34
6,003,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	133.56	3.68	491.50
6,003,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	173.63	2.89	501.79
6,003,003	500025	Tubería metálica corrugada D=1.20m, esp=2.00mm (incl	ml	92.75	194.20	18,012.05
7		SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL				58,131.22
7,001	500022	Guardacaminos tipo viga doble	ml	297.00	108.31	32,168.07
7,002	500023	Marca de Pavimento (Pintura sobre la calzada)	ml	10,575.28	1.12	11,844.31
7,003	500021	Sello para señalización vertical	u	54.00	217.26	11,732.04
7,004	500024	SUM. INST. de Tachas reflectivas	u	221.00	10.80	2,386.80
8		MUROS DE CONTENCIÓN				266,010.00
8,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	532.52	3.68	1,959.67
8,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	692.27	2.89	2,000.66
8,003	500020	Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% Piedra. f'c = 180kg/m	m3	1,976.54	132.58	262,049.67
9		DISEÑO DE ISLA PARA BUSES				30,830.90
9,001	500001	Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, pr	m3	4.80	3.68	17.66
9,002	500003	Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en es	m3*Km	6.24	2.89	18.03
9,003	500028	Isla para buses (Estructura metálica)	Global	12.00	2,520.00	30,240.00
9,004	500030	Hormigón Cemento Portland (f'c=180kg/cm2) (inclu. enc	m3	3.60	151.67	546.01
9,005	508003	Replanteo de Piedra, e=5 cm	m2	2.00	4.60	9.20
10		INDEMNIZACIONES				219,158.96
10,001	500016	Reubicación de Postes de Ho hasta 12 metros de altura c	u	38.00	215.32	8,182.16
10,002	522038	Casas y Viviendas	u	4.00	36,000.00	144,000.00
10,003	500035	Terrenos y Muros	Global	1.00	60,000.00	60,000.00
10,004	500036	Recuperación de pozos de revision (Incluye brocal y tapa)	u	38.00	183.60	6,976.80
<b>SUBTOTAL</b>						2,784,791.67
<b>IVA</b>					12%	334,175.00
<b>TOTAL</b>						3,118,966.67

Son: TRES MILLONES CIENTO DIECIOCHO MIL NOVECIENTOS SESENTA Y SEIS CON 67/100 DÓLARES

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 1,001  
**Código:** 520002  
**Descrip.:** Desbroce y limpieza  
**Unidad:** m2

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	hora	1.0000	0.20	0.1800	0.04
Subtotal de Equipo:						0.04

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		2.0000	3.41	0.1800	1.23
Subtotal de Mano de Obra:						1.23

Costo Directo Total: 1.27

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 0.25

Precio Unitario Total .....	1.52
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 1,002  
**Código:** 522037  
**Descrip.:** Replanteo y nivelacion  
**Unidad:** m

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101201	Equipo de topografía	Hora	1.0000	2.00	0.0300	0.06
101999	Equipo menor	hora	1.0000	0.20	0.0320	0.01
103003	Vehículo liviano	hora	1.0000	3.50	0.0320	0.11
Subtotal de Equipo:						0.18

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201013	Estacas con Pintura	u	0.1500	5.00		0.75
Subtotal de Materiales:						0.75

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		1.0000	3.41	0.0900	0.31
403011	Cadenero (EOD2)		3.0000	3.45	0.0900	0.93
444001	Topografo 2 (EOC1)		1.0000	3.82	0.0900	0.34
Subtotal de Mano de Obra:						1.58

Costo Directo Total: 2.51

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 0.50

Precio Unitario Total .....	3.01
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 1,003

Código: 500001

Descrip.: Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m

Unidad: m3

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102028	Retroexcavadora	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100004	Volqueta 12 m3	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100018	Minicargadora 75 Hp	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
Subtotal de Equipo:						2.61

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		2.0000	3.41	0.0290	0.20
411001	Op. de Retroexcavadora (EOC1 Grupo I)		1.0000	3.82	0.0290	0.11
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0290	0.15
Subtotal de Mano de Obra:						0.46

Costo Directo Total: 3.07

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.61

Precio Unitario Total .....	3.68
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 1,004

Código: 500003

Descripción: Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera

Unidad: m3\*Km

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100002	Volqueta	Hora	1.0000	25.00	0.0590	1.48
Subtotal de Equipo:						1.48

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200001	Pago por concepto de disposición d	m3	1.0000	0.63		0.63
Subtotal de Materiales:						0.63

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0590	0.30
Subtotal de Mano de Obra:						0.30

Costo Directo Total: 2.41

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.48

Precio Unitario Total .....	2.89
-----------------------------	------



## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 2,001

Código: 500001

Descrip.: Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m

Unidad: m3

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102028	Retroexcavadora	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100004	Volqueta 12 m3	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100018	Minicargadora 75 Hp	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
Subtotal de Equipo:						2.61

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		2.0000	3.41	0.0290	0.20
411001	Op. de Retroexcavadora (EOC1 Grupo I)		1.0000	3.82	0.0290	0.11
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0290	0.15
Subtotal de Mano de Obra:						0.46

Costo Directo Total: 3.07

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.61

Precio Unitario Total .....	3.68
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 2,002

Código: 500003

Descripción: Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera

Unidad: m3\*Km

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100002	Volqueta	Hora	1.0000	25.00	0.0590	1.48
Subtotal de Equipo:						1.48

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200001	Pago por concepto de disposición d	m3	1.0000	0.63		0.63
Subtotal de Materiales:						0.63

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0590	0.30
Subtotal de Mano de Obra:						0.30

Costo Directo Total: 2.41

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.48

Precio Unitario Total .....	2.89
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 2,003  
**Código:** 500018  
**Descrip.:** Subrasante Conformación y Compactación  
**Unidad:** m2

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100011	Motoniveladora	Hora	1.0000	50.00	0.0067	0.34
100006	Rodillo Vibrador	Hora	1.0000	35.00	0.0067	0.23
100012	Tanquero de agua	Hora	1.0000	20.00	0.0067	0.13
Subtotal de Equipo:						0.70

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201002	Agua	m3	1.0000	0.33		0.33
Subtotal de Materiales:						0.33

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400008	Jornalero		1.0000	3.41	0.0067	0.02
400006	Operador motoniveladora		1.0000	3.82	0.0067	0.03
400005	Operador de rodillo autopropulsado		1.0000	3.64	0.0067	0.02
400007	Chofer del tanquero		1.0000	5.00	0.0067	0.03
Subtotal de Mano de Obra:						0.10

Costo Directo Total: 1.13

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.23

Precio Unitario Total .....	1.36
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 2,004  
**Código:** 500004  
**Descrip.:** Asfalto RC-250 para imprimación  
**Unidad:** Litro

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100004	Volqueta 12 m3	Hora	1.0000	30.00	0.0012	0.04
100003	Distribuidor de asfaltos	Hora	1.0000	30.00	0.0012	0.04
100005	Escoba mecánica	Hora	1.0000	25.00	0.0012	0.03
Subtotal de Equipo:						0.11

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
211002	Arena	m3	0.0030	20.13		0.06
200002	Asfalto RC-250	Litro	0.3300	0.56		0.18
200003	Diesel	Litro	0.3300	1.04		0.34
200004	Polvo de trituración	m3	0.0025	18.00		0.05
Subtotal de Materiales:						0.63

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300001	Transporte de áridos	m3*Km	0.0025	0.27	30.0000	0.02
Subtotal de Transporte:						0.02

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		2.0000	3.41	0.0012	0.01
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0012	0.01
400002	Operador de distribuido de asfalto		1.0000	3.64	0.0012	0.00
400003	Operador de escoba		1.0000	3.64	0.0012	0.00
Subtotal de Mano de Obra:						0.02

Costo Directo Total: 0.78

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 0.16

<b>Precio Unitario Total</b> .....	0.94
------------------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 2,005

Código: 500005

Descrip.: Carpeta de rodadura de Ho Asfáltico mezclado en planta 4 pulg. e=10cm (Sin transporte)

Unidad: m2

## COSTOS DIRECTOS

## Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100001	Cargadora	Hora	2.0000	20.00	0.0065	0.26
100006	Rodillo Vibrador	Hora	2.0000	35.00	0.0065	0.46
100007	Planta Asfáltica	Hora	2.0000	140.31	0.0065	1.82
100008	Rodillo Neumático	Hora	2.0000	33.21	0.0065	0.43
100009	Terminadora de asfalto	Hora	2.0000	65.00	0.0065	0.85
Subtotal de Equipo:						3.82

## Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
500037	Mezcla Asfáltica en planta (D<3/4-3)	m3	0.0740	92.60		6.85
Subtotal de Materiales:						6.85

## Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

## Mano de Obra

Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400004	Operador cargadora		2.0000	3.82	0.0500	0.38
400002	Operador de distribuido de asfalto		2.0000	3.64	0.0500	0.36
400005	Operador de rodillo autopropulsado		2.0000	3.64	0.0500	0.36
401001	Peon (EOE2)		10.0000	3.41	0.0750	2.56
Subtotal de Mano de Obra:						3.66

Costo Directo Total: 14.33

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.87

Precio Unitario Total ..... 17.20



## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** RUB. AUX. 002.005  
**Código:** 500037  
**Descrip.:** Mezcla Asfáltica en planta (D<3/4-3/8""")  
**Unidad:** m3

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100023	Cargadora Frontal 150 HP	Hora	1.0000	30.00	0.0700	2.10
100007	Planta Asfáltica	Hora	1.0000	140.31	0.0700	9.82
100024	Grupo generador 300KVA	Hora	1.0000	30.00	0.0700	2.10
Subtotal de Equipo:						14.02

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200043	Agregado D 3/4 pulg.	m3	0.3125	17.21		5.38
200044	Asfalto tipo AC-20	kg	125.0000	0.34		42.50
200045	Agregado D 3/8 pulg.	m3	0.1250	20.24		2.53
200004	Polvo de trituración	m3	0.6250	18.00		11.25
200003	Diesel	Litro	13.8153	1.04		14.37
211002	Arena	m3	0.0600	20.13		1.21
Subtotal de Materiales:						77.24

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400012	Operador de cargadora frontal		1.0000	3.93	0.0700	0.28
400011	Mecánico Soldador		0.3000	3.92	0.0700	0.08
401001	Peon (EOE2)		3.0000	3.41	0.0700	0.72
400013	Operador de Planta de asfalto		1.0000	3.74	0.0700	0.26
Subtotal de Mano de Obra:						1.34

Costo Directo Total: 92.60

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 18.52

<b>Precio Unitario Total .....</b>	<b>111.12</b>
------------------------------------	---------------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 2,006  
**Código:** 500029  
**Descrip.:** Transporte de Mezcla Asfáltica (medido desp. compactación)  
**Unidad:** m3/km

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100002	Volqueta	Hora	1.0000	25.00	0.0090	0.23
Subtotal de Equipo:						0.23

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0090	0.05
Subtotal de Mano de Obra:						0.05

Costo Directo Total: 0.28

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 0.06

Precio Unitario Total .....	0.34
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 2,007

Código: 500006

Descrip.: Base Clase II, Conformacion y Compactación (inclu. transporte)

Unidad: m3

## COSTOS DIRECTOS

## Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	2.0000	0.80	0.0040	0.01
100011	Motoniveladora	Hora	1.0000	50.00	0.0040	0.20
100006	Rodillo Vibrador	Hora	1.0000	35.00	0.0040	0.14
100012	Tanquero de agua	Hora	1.0000	20.00	0.0040	0.08
Subtotal de Equipo:						0.43

## Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201002	Agua	m3	30.0000	0.33		9.90
200008	Base puesta en obra	m3	0.6350	14.20		9.02
Subtotal de Materiales:						18.92

## Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300001	Transporte de áridos	m3*Km	1.3000	0.27	7.0000	2.46
Subtotal de Transporte:						2.46

## Mano de Obra

Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400006	Operador motoniveladora		1.0000	3.82	0.0040	0.02
400005	Operador de rodillo autopropulsado		1.0000	3.64	0.0040	0.01
400007	Chofer del tanquero		1.0000	5.00	0.0040	0.02
400008	Jornalero		5.0000	3.41	0.0040	0.07
Subtotal de Mano de Obra:						0.12

Costo Directo Total: 21.93

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 4.39

Precio Unitario Total ..... 26.32

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 2,008  
**Código:** 500007  
**Descrip.:** Subase Clase II, Conformación y Compactación  
**Unidad:** m3

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	2.0000	0.80	0.0224	0.04
100011	Motoniveladora	Hora	1.0000	50.00	0.0224	1.12
100006	Rodillo Vibrador	Hora	1.0000	35.00	0.0224	0.78
100012	Tanquero de agua	Hora	1.0000	20.00	0.0224	0.45
Subtotal de Equipo:						2.39

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201002	Agua	m3	1.0000	0.33		0.33
200009	Subase puesta en obra	m3	1.0000	13.55		13.55
Subtotal de Materiales:						13.88

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300001	Transporte de áridos	m3*Km	1.0000	0.27	11.0000	2.97
Subtotal de Transporte:						2.97

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400006	Operador motoniveladora		1.0000	3.82	0.0224	0.09
400005	Operador de rodillo autopropulsado		1.0000	3.64	0.0224	0.08
400007	Chofer del tanquero		1.0000	5.00	0.0224	0.11
400008	Jornalero		1.0000	3.41	0.0224	0.08
Subtotal de Mano de Obra:						0.36

Costo Directo Total: 19.60

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 3.92

<b>Precio Unitario Total .....</b>	<b>23.52</b>
------------------------------------	--------------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 2,009  
**Código:** 500008  
**Descrip.:** Material de Mejoramiento (inclu. Transporte)  
**Unidad:** m3

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	0.0109	0.01
100011	Motoniveladora	Hora	1.0000	50.00	0.0109	0.55
100006	Rodillo Vibrador	Hora	1.0000	35.00	0.0109	0.38
100012	Tanquero de agua	Hora	1.0000	20.00	0.0109	0.22
Subtotal de Equipo:						1.16

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200010	Mejoramiento puesto en obra	m3	1.3100	7.87		10.31
201002	Agua	m3	15.0000	0.33		4.95
Subtotal de Materiales:						15.26

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300001	Transporte de áridos	m3*Km	0.6000	0.27	10.0000	1.62
Subtotal de Transporte:						1.62

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400008	Jornalero		1.0000	3.41	0.0109	0.04
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	0.0109	0.04
400006	Operador motoniveladora		1.0000	3.82	0.0109	0.04
400005	Operador de rodillo autopropulsado		1.0000	3.64	0.0109	0.04
400007	Chofer del tanquero		1.0000	5.00	0.0109	0.05
Subtotal de Mano de Obra:						0.21

Costo Directo Total: 18.25

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 3.65

<b>Precio Unitario Total .....</b>	<b>21.90</b>
------------------------------------	--------------



## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 2,010  
**Código:** 500009  
**Descrip.:** Relleno compactado con Material de Mejoramiento  
**Unidad:** m3

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	4.0000	0.80	0.7500	2.40
102060	Vibro-apisonador	Hora	1.0000	1.80	0.7500	1.35
100019	Plancha compactadora	Hora	1.0000	3.50	0.7500	2.63
Subtotal de Equipo:						6.38

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200010	Mejoramiento puesto en obra	m3	1.3000	7.87		10.23
Subtotal de Materiales:						10.23

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300001	Transporte de áridos	m3*Km	1.0000	0.27	0.7500	0.20
Subtotal de Transporte:						0.20

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402004	Ayudante (EOE2)		1.0000	3.41	0.7500	2.56
401001	Peon (EOE2)		4.0000	3.41	0.7500	10.23
Subtotal de Mano de Obra:						12.79

Costo Directo Total: 29.60

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 5.92

Precio Unitario Total .....	35.52
-----------------------------	-------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 3,001

Código: 500001

Descrip.: Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m

Unidad: m3

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102028	Retroexcavadora	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100004	Volqueta 12 m3	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100018	Minicargadora 75 Hp	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
Subtotal de Equipo:						2.61

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		2.0000	3.41	0.0290	0.20
411001	Op. de Retroexcavadora (EOC1 Grupo I)		1.0000	3.82	0.0290	0.11
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0290	0.15
Subtotal de Mano de Obra:						0.46

Costo Directo Total: 3.07

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.61

Precio Unitario Total .....	3.68
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 3,002

Código: 500003

Descripción: Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera

Unidad: m3\*Km

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100002	Volqueta	Hora	1.0000	25.00	0.0590	1.48
Subtotal de Equipo:						1.48

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200001	Pago por concepto de disposición d	m3	1.0000	0.63		0.63
Subtotal de Materiales:						0.63

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0590	0.30
Subtotal de Mano de Obra:						0.30

Costo Directo Total: 2.41

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.48

Precio Unitario Total .....	2.89
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 3,003  
**Código:** 508003  
**Descrip.:** Replanto de Piedra, e=5 cm  
**Unidad:** m2

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	hora	1.0000	0.20	0.1800	0.04
Subtotal de Equipo:						0.04

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
211001	Piedra	m3	0.1200	16.00		1.92
211003	Grava	m3	0.0400	16.00		0.64
Subtotal de Materiales:						2.56

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		1.0000	3.41	0.1800	0.61
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	0.1800	0.62
Subtotal de Mano de Obra:						1.23

Costo Directo Total: 3.83

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.77

Precio Unitario Total .....	4.60
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 3,004

Código: 500030

Descrip.: Hormigón Cemento Portland (f'c=180kg/cm2) (inclu. encofrado)

Unidad: m3

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102032	Vibrador	Hora	1.0000	2.50	0.9366	2.34
102031	Concretera de un Saco	Hora	1.0000	2.30	0.9366	2.15
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	0.9366	0.75
Subtotal de Equipo:						5.24

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
211002	Arena	m3	1.0000	20.13		20.13
211003	Grava	m3	1.0000	16.00		16.00
202005	Cemento	saco	1.0000	7.20		7.20
500017	Encofrado de madera	m2	1.0000	9.79		9.79
Subtotal de Materiales:						53.12

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300001	Transporte de áridos	m3*Km	1.0000	0.27	68.5000	18.50
300004	Transporte de materiales varios	Ton/Km	1.0000	0.25	68.5000	17.13
Subtotal de Transporte:						35.63

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil (EOD2)		2.0000	3.45	0.9366	6.46
401001	Peon (EOE2)		7.0000	3.41	0.9366	22.36
404007	Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)		1.0000	3.82	0.9366	3.58
Subtotal de Mano de Obra:						32.40

Costo Directo Total: 126.39

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 25.28

Precio Unitario Total .....	151.67
-----------------------------	--------



## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** RUB. AUX. 003.004  
**Código:** 500017  
**Descrip.:** Encofrado de madera  
**Unidad:** m2

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	0.7000	0.56
Subtotal de Equipo:						0.56

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200013	Tabla de encofrado	u	1.0000	2.23		2.23
200018	Clavos	kg	1.0000	1.91		1.91
Subtotal de Materiales:						4.14

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	0.7000	2.42
404007	Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)		1.0000	3.82	0.7000	2.67
Subtotal de Mano de Obra:						5.09

Costo Directo Total: 9.79

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.96

Precio Unitario Total .....	11.75
-----------------------------	-------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 3,005  
**Código:** 500031  
**Descrip.:** Piedra para vereda h=15 cms  
**Unidad:** m3

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	0.7551	0.60
Subtotal de Equipo:						0.60

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
211001	Piedra	m3	1.0000	16.00		16.00
Subtotal de Materiales:						16.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300001	Transporte de áridos	m3*Km	1.0000	0.27	1.0000	0.27
Subtotal de Transporte:						0.27

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		1.0000	3.41	0.7551	2.57
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	0.7551	2.61
Subtotal de Mano de Obra:						5.18

Costo Directo Total: 22.05

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 4.41

Precio Unitario Total .....	26.46
-----------------------------	-------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 4,001

Código: 502002

Descripción: Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m

Unidad: m3

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	hora	1.0000	0.20	1.3500	0.27
Subtotal de Equipo:						0.27

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		2.0000	3.41	1.3500	9.21
Subtotal de Mano de Obra:						9.21

Costo Directo Total: 9.48

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 1.90

Precio Unitario Total .....	11.38
-----------------------------	-------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 4,002

Código: 500003

Descripción: Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera

Unidad: m3\*Km

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100002	Volqueta	Hora	1.0000	25.00	0.0590	1.48
Subtotal de Equipo:						1.48

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200001	Pago por concepto de disposición d	m3	1.0000	0.63		0.63
Subtotal de Materiales:						0.63

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0590	0.30
Subtotal de Mano de Obra:						0.30

Costo Directo Total: 2.41

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.48

Precio Unitario Total .....	2.89
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 4,003  
**Código:** 500011  
**Descrip.:** Caja para sumidero(L=0.70m, a=0.40m, h=0.70m)  
**Unidad:** u

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	4.1000	3.28
Subtotal de Equipo:						3.28

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200020	Hormigon simple f'c = 180 kg/cm2	m3	0.2584	91.20		23.57
508003	Replanto de Piedra, e=5 cm	m2	0.8000	3.83		3.06
250021	Tubería PVC E/C 1.25 MPA - 32 m	m	1.0000	0.86		0.86
Subtotal de Materiales:						27.49

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300004	Transporte de materiales varios	Ton/Km	0.1600	0.25	30.0000	1.20
Subtotal de Transporte:						1.20

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	4.1000	14.15
402004	Ayudante (EOE2)		2.0000	3.41	4.1000	27.96
Subtotal de Mano de Obra:						42.11

Costo Directo Total: 74.08

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 14.82

Precio Unitario Total .....	88.90
-----------------------------	-------



## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** RUB. AUX. 004.003  
**Código:** 508003  
**Descrip.:** Replanto de Piedra, e=5 cm  
**Unidad:** m2

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	hora	1.0000	0.20	0.1800	0.04
Subtotal de Equipo:						0.04

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
211001	Piedra	m3	0.1200	16.00		1.92
211003	Grava	m3	0.0400	16.00		0.64
Subtotal de Materiales:						2.56

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		1.0000	3.41	0.1800	0.61
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	0.1800	0.62
Subtotal de Mano de Obra:						1.23

Costo Directo Total: 3.83

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.77

Precio Unitario Total .....	4.60
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 4,004  
**Código:** 500012  
**Descrip.:** SUM. INS. Rejilla Metálica para Sumidero  
**Unidad:** u

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	1.4500	1.16
101042	Soldadora	Hora	1.0000	1.00	1.4500	1.45
Subtotal de Equipo:						2.61

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
204008	Alambre de Amarre Recocido No. 1	kg	1.0000	1.50		1.50
200014	Acero de refuerzo fy = 4200 kg/cm2	kg	34.0000	1.73		58.82
202005	Cemento	saco	1.0000	7.20		7.20
211002	Arena	m3	1.0000	20.13		20.13
200015	Suelda	kg	0.7500	4.80		3.60
Subtotal de Materiales:						91.25

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300004	Transporte de materiales varios	Ton/Km	0.3400	0.25	36.0000	3.06
Subtotal de Transporte:						3.06

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	1.4500	5.00
402004	Ayudante (EOE2)		1.0000	3.41	1.4500	4.94
400011	Mecánico Soldador		1.0000	3.92	1.4500	5.68
Subtotal de Mano de Obra:						15.62

Costo Directo Total: 112.54

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 22.51

<b>Precio Unitario Total</b> .....	135.05
------------------------------------	--------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 4,005  
**Código:** 500010  
**Descrip.:** SUM. INS. Tubo PVC Alcantarillado D=200 mm  
**Unidad:** m

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	0.1000	0.08
Subtotal de Equipo:						0.08

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200011	Lubricante vegetal	u	0.5000	6.26		3.13
200012	Tubo PVC D=200 MM	u	0.5000	10.70		5.35
Subtotal de Materiales:						8.48

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	0.1000	0.35
402004	Ayudante (EOE2)		1.0000	3.41	0.1000	0.34
Subtotal de Mano de Obra:						0.69

Costo Directo Total: 9.25

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.85

Precio Unitario Total .....	11.10
-----------------------------	-------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 4,006  
**Código:** 500017  
**Descrip.:** Encofrado de madera  
**Unidad:** m2

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	0.7000	0.56
Subtotal de Equipo:						0.56

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200013	Tabla de encofrado	u	1.0000	2.23		2.23
200018	Clavos	kg	1.0000	1.91		1.91
Subtotal de Materiales:						4.14

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	0.7000	2.42
404007	Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)		1.0000	3.82	0.7000	2.67
Subtotal de Mano de Obra:						5.09

Costo Directo Total: 9.79

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.96

Precio Unitario Total .....	11.75
-----------------------------	-------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 5,001

Código: 500001

Descrip.: Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m

Unidad: m3

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102028	Retroexcavadora	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100004	Volqueta 12 m3	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100018	Minicargadora 75 Hp	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
Subtotal de Equipo:						2.61

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		2.0000	3.41	0.0290	0.20
411001	Op. de Retroexcavadora (EOC1 Grupo I)		1.0000	3.82	0.0290	0.11
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0290	0.15
Subtotal de Mano de Obra:						0.46

Costo Directo Total: 3.07

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.61

Precio Unitario Total .....	3.68
-----------------------------	------



## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 5,002

Código: 500003

Descripción: Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera

Unidad: m3\*Km

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100002	Volqueta	Hora	1.0000	25.00	0.0590	1.48
Subtotal de Equipo:						1.48

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200001	Pago por concepto de disposición d	m3	1.0000	0.63		0.63
Subtotal de Materiales:						0.63

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0590	0.30
Subtotal de Mano de Obra:						0.30

Costo Directo Total: 2.41

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.48

Precio Unitario Total .....	2.89
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 5,003  
**Código:** 500013  
**Descrip.:** SUM. COL. de Geotextil NT 3000  
**Unidad:** m2

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	0.0500	0.04
Subtotal de Equipo:						0.04

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200016	Geotextil NT 300	m2	1.2000	1.25		1.50
Subtotal de Materiales:						1.50

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	0.0500	0.17
400008	Jornalero		1.0000	3.41	0.0500	0.17
404007	Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)		1.0000	3.82	0.0500	0.19
Subtotal de Mano de Obra:						0.53

Costo Directo Total: 2.07

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 0.41

Precio Unitario Total .....	2.48
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 5,004  
**Código:** 500014  
**Descrip.:** SUM. INS. de Tuberia para Subdren D=160 mm  
**Unidad:** ml

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	0.0220	0.02
100013	Taladro	Hora	1.0000	1.60	0.0220	0.04
Subtotal de Equipo:						0.06

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200017	Tuberia PVC D= 160 mm	u	1.0000	10.00		10.00
Subtotal de Materiales:						10.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300004	Transporte de materiales varios	Ton/Km	1.0000	0.25	0.0220	0.01
Subtotal de Transporte:						0.01

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400008	Jornalero		1.0000	3.41	0.0220	0.08
403009	Plomero (EOD2)		1.0000	3.45	0.0220	0.08
Subtotal de Mano de Obra:						0.16

Costo Directo Total: 10.23

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.05

Precio Unitario Total .....	12.28
-----------------------------	-------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 5,005  
**Código:** 500032  
**Descrip.:** Material filtrante de 2 a 4 pulg. de diametro (Piedra)  
**Unidad:** m3

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	5.0000	0.80	0.0500	0.20
Subtotal de Equipo:						0.20

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200034	Material filtrante de 2 a 4 pul. de dia	u	1.0000	20.00		20.00
Subtotal de Materiales:						20.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300001	Transporte de áridos	m3*Km	1.0000	0.27	38.0000	10.26
Subtotal de Transporte:						10.26

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		4.0000	3.41	0.0500	0.68
402004	Ayudante (EOE2)		1.0000	3.41	0.0500	0.17
Subtotal de Mano de Obra:						0.85

Costo Directo Total: 31.31

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 6.26

Precio Unitario Total .....	37.57
-----------------------------	-------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 5,006  
**Código:** 500033  
**Descrip.:** Material filtrante arena  
**Unidad:** m3

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	0.0500	0.04
Subtotal de Equipo:						0.04

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200035	Arena con menos del 5% pasando	m3	1.0000	20.00		20.00
Subtotal de Materiales:						20.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300001	Transporte de áridos	m3*Km	1.0000	0.27	38.0000	10.26
Subtotal de Transporte:						10.26

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		4.0000	3.41	0.0500	0.68
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	0.0500	0.17
Subtotal de Mano de Obra:						0.85

Costo Directo Total: 31.15

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 6.23

Precio Unitario Total .....	37.38
-----------------------------	-------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 6,001,001

Código: 500001

Descripción: Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m

Unidad: m3

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102028	Retroexcavadora	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100004	Volqueta 12 m3	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100018	Minicargadora 75 Hp	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
Subtotal de Equipo:						2.61

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		2.0000	3.41	0.0290	0.20
411001	Op. de Retroexcavadora (EOC1 Grupo I)		1.0000	3.82	0.0290	0.11
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0290	0.15
Subtotal de Mano de Obra:						0.46

Costo Directo Total: 3.07

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.61

Precio Unitario Total .....	3.68
-----------------------------	------



## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 6,001,002

Código: 500003

Descripción: Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera

Unidad: m3\*Km

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100002	Volqueta	Hora	1.0000	25.00	0.0590	1.48
Subtotal de Equipo:						1.48

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200001	Pago por concepto de disposición d	m3	1.0000	0.63		0.63
Subtotal de Materiales:						0.63

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0590	0.30
Subtotal de Mano de Obra:						0.30

Costo Directo Total: 2.41

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.48

Precio Unitario Total .....	2.89
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 6,001,003  
**Código:** 500017  
**Descrip.:** Encofrado de madera  
**Unidad:** m2

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	0.7000	0.56
Subtotal de Equipo:						0.56

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200013	Tabla de encofrado	u	1.0000	2.23		2.23
200018	Clavos	kg	1.0000	1.91		1.91
Subtotal de Materiales:						4.14

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	0.7000	2.42
404007	Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)		1.0000	3.82	0.7000	2.67
Subtotal de Mano de Obra:						5.09

Costo Directo Total: 9.79

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 1.96

Precio Unitario Total .....	11.75
-----------------------------	-------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 6,001,004

Código: 506003

Descripción: Hormigón Simple 210 Kg/cm2

Unidad: m3

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	hora	7.0000	0.20	0.4000	0.56
102031	Concretera de un Saco	Hora	1.0000	2.30	0.4000	0.92
102032	Vibrador	Hora	1.0000	2.50	0.4000	1.00
Subtotal de Equipo:						2.48

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200036	Hormigon simple 210kg/cm2	m3	1.0000	111.59		111.59
Subtotal de Materiales:						111.59

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		6.0000	3.41	0.4000	8.18
403001	Albañil (EOD2)		4.0000	3.45	0.4000	5.52
403007	Op. de Equipo Liviano (EOD2)		2.0000	3.45	0.4000	2.76
Subtotal de Mano de Obra:						16.46

Costo Directo Total: 130.53

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 26.11

Precio Unitario Total .....	156.64
-----------------------------	--------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 6,001,005  
**Código:** 516001  
**Descrip.:** Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)  
**Unidad:** Kg

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	hora	1.0000	0.20	0.0800	0.02
Subtotal de Equipo:						0.02

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
204007	Hierro Varillas (Corrugado)	kg	1.0500	1.00		1.05
204008	Alambre de Amarre Recocido No. 1	kg	0.1000	1.50		0.15
Subtotal de Materiales:						1.20

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		1.0000	3.41	0.0800	0.27
403003	Fierrero (EOD2)		1.0000	3.45	0.0800	0.28
Subtotal de Mano de Obra:						0.55

Costo Directo Total: 1.77

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.35

Precio Unitario Total .....	2.12
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 6,001,006  
**Código:** 508004  
**Descrip.:** Replanto de Piedra, e=10 cm  
**Unidad:** m2

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	hora	1.0000	0.20	0.3600	0.07
Subtotal de Equipo:						0.07

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
211001	Piedra	m3	0.1200	16.00		1.92
211003	Grava	m3	0.0400	16.00		0.64
Subtotal de Materiales:						2.56

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		1.0000	3.41	0.3600	1.23
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	0.3600	1.24
Subtotal de Mano de Obra:						2.47

Costo Directo Total: 5.10

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.02

Precio Unitario Total .....	6.12
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 6,002,001

Código: 500001

Descrip.: Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m

Unidad: m3

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102028	Retroexcavadora	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100004	Volqueta 12 m3	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100018	Minicargadora 75 Hp	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
Subtotal de Equipo:						2.61

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		2.0000	3.41	0.0290	0.20
411001	Op. de Retroexcavadora (EOC1 Grupo I)		1.0000	3.82	0.0290	0.11
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0290	0.15
Subtotal de Mano de Obra:						0.46

Costo Directo Total: 3.07

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.61

Precio Unitario Total .....	3.68
-----------------------------	------



## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 6,002,002

Código: 500003

Descripción: Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera

Unidad: m3\*Km

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100002	Volqueta	Hora	1.0000	25.00	0.0590	1.48
Subtotal de Equipo:						1.48

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200001	Pago por concepto de disposición d	m3	1.0000	0.63		0.63
Subtotal de Materiales:						0.63

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0590	0.30
Subtotal de Mano de Obra:						0.30

Costo Directo Total: 2.41

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.48

Precio Unitario Total .....	2.89
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 6,002,003

Código: 500027

Descripción: Tubería metálica corrugada D=1.90 m, esp=2.00 mm (Incluye accesorios)

Unidad: ml

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	1.0000	0.80
Subtotal de Equipo:						0.80

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200032	Tubería metálica corrugada D=1.9	ml	1.0000	220.60		220.60
Subtotal de Materiales:						220.60

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300004	Transporte de materiales varios	Ton/Km	1.0000	0.25	1.0000	0.25
Subtotal de Transporte:						0.25

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402004	Ayudante (EOE2)		1.0000	3.41	1.0000	3.41
404007	Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)		1.0000	3.82	1.0000	3.82
403001	Albañil (EOD2)		5.0000	3.45	1.0000	17.25
Subtotal de Mano de Obra:						24.48

Costo Directo Total: 246.13

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 49.23

Precio Unitario Total .....	295.36
-----------------------------	--------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 6,003,001

Código: 500001

Descrip.: Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m

Unidad: m3

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102028	Retroexcavadora	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100004	Volqueta 12 m3	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100018	Minicargadora 75 Hp	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
Subtotal de Equipo:						2.61

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		2.0000	3.41	0.0290	0.20
411001	Op. de Retroexcavadora (EOC1 Grupo I)		1.0000	3.82	0.0290	0.11
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0290	0.15
Subtotal de Mano de Obra:						0.46

Costo Directo Total: 3.07

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.61

Precio Unitario Total .....	3.68
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 6,003,002

Código: 500003

Descrip.: Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera

Unidad: m3\*Km

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100002	Volqueta	Hora	1.0000	25.00	0.0590	1.48
Subtotal de Equipo:						1.48

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200001	Pago por concepto de disposición d	m3	1.0000	0.63		0.63
Subtotal de Materiales:						0.63

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0590	0.30
Subtotal de Mano de Obra:						0.30

Costo Directo Total: 2.41

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.48

Precio Unitario Total .....	2.89
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 6,003,003

Código: 500025

Descrip.: Tubería metálica corrugada D=1.20m, esp=2.00mm (incluye accesorios)

Unidad: ml

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	1.0000	0.80
Subtotal de Equipo:						0.80

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200030	Tubería metálica D=1.2m, esp=2.0	ml	1.0000	136.30		136.30
Subtotal de Materiales:						136.30

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300004	Transporte de materiales varios	Ton/Km	1.0000	0.25	1.0000	0.25
Subtotal de Transporte:						0.25

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil (EOD2)		5.0000	3.45	1.0000	17.25
402004	Ayudante (EOE2)		1.0000	3.41	1.0000	3.41
404007	Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)		1.0000	3.82	1.0000	3.82
Subtotal de Mano de Obra:						24.48

Costo Directo Total: 161.83

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 32.37

Precio Unitario Total .....	194.20
-----------------------------	--------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 7,001  
**Código:** 500022  
**Descrip.:** Guardacaminos tipo viga doble  
**Unidad:** ml

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	1.0000	0.80
Subtotal de Equipo:						0.80

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200025	Guardacaminos	u	0.5200	85.12		44.26
200026	Postes 1.80 m, incluye pernos y tu	u	0.2900	41.44		12.02
Subtotal de Materiales:						56.28

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300003	Transporte de Guardacaminos	Km	0.5000	45.00	1.0000	22.50
Subtotal de Transporte:						22.50

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400008	Jornalero		1.0000	3.41	1.0000	3.41
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	1.0000	3.45
404007	Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)		1.0000	3.82	1.0000	3.82
Subtotal de Mano de Obra:						10.68

Costo Directo Total: 90.26

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 18.05

Precio Unitario Total .....	108.31
-----------------------------	--------



## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 7,002  
**Código:** 500023  
**Descrip.:** Marca de Pavimento (Pintura sobre la calzada)  
**Unidad:** ml

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	0.0100	0.01
100016	Hidrolavadora	Hora	1.0000	0.80	0.0100	0.01
100017	Equipo de señalizacion vial line l	Hora	1.0000	25.00	0.0100	0.25
Subtotal de Equipo:						0.27

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200027	Pintura de tráfico para pavimento fl	gl	0.0140	24.98		0.35
200028	Disolvente para pintura de tráfico	gl	0.0200	12.50		0.25
Subtotal de Materiales:						0.60

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400008	Jornalero		1.0000	3.41	0.0100	0.03
400010	Pintor		1.0000	3.45	0.0100	0.03
Subtotal de Mano de Obra:						0.06

Costo Directo Total: 0.93

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.19

Precio Unitario Total .....	1.12
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 7,003  
**Código:** 500021  
**Descrip.:** Sello para señalización vertical  
**Unidad:** u

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	0.3000	0.24
Subtotal de Equipo:						0.24

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200037	Letrero (Metalico acabado pintura n	u	1.0000	135.00		135.00
200038	Empotramiento de postes	Global	1.0000	4.20		4.20
Subtotal de Materiales:						139.20

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300004	Transporte de materiales varios	Ton/Km	1.0000	0.25	150.0000	37.50
Subtotal de Transporte:						37.50

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400008	Jornalero		2.0000	3.41	0.3000	2.05
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	0.3000	1.04
402004	Ayudante (EOE2)		1.0000	3.41	0.3000	1.02
Subtotal de Mano de Obra:						4.11

Costo Directo Total: 181.05

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 36.21

Precio Unitario Total .....	217.26
-----------------------------	--------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 7,004  
**Código:** 500024  
**Descrip.:** SUM. INST. de Tachas reflectivas  
**Unidad:** u

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	0.1000	0.08
Subtotal de Equipo:						0.08

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200029	Tachas reflectivas (inc. pega) resin	u	1.0000	8.20		8.20
Subtotal de Materiales:						8.20

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400008	Jornalero		1.0000	3.41	0.1000	0.34
404007	Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)		1.0000	3.82	0.1000	0.38
Subtotal de Mano de Obra:						0.72

Costo Directo Total: 9.00

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 1.80

Precio Unitario Total .....	10.80
-----------------------------	-------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 8,001

Código: 500001

Descrip.: Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m

Unidad: m3

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102028	Retroexcavadora	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100004	Volqueta 12 m3	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100018	Minicargadora 75 Hp	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
Subtotal de Equipo:						2.61

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		2.0000	3.41	0.0290	0.20
411001	Op. de Retroexcavadora (EOC1 Grupo I)		1.0000	3.82	0.0290	0.11
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0290	0.15
Subtotal de Mano de Obra:						0.46

Costo Directo Total: 3.07

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.61

Precio Unitario Total .....	3.68
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 8,002

Código: 500003

Descrip.: Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera

Unidad: m3\*Km

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100002	Volqueta	Hora	1.0000	25.00	0.0590	1.48
Subtotal de Equipo:						1.48

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200001	Pago por concepto de disposición d	m3	1.0000	0.63		0.63
Subtotal de Materiales:						0.63

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0590	0.30
Subtotal de Mano de Obra:						0.30

Costo Directo Total: 2.41

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.48

Precio Unitario Total .....	2.89
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 8,003  
**Código:** 500020  
**Descrip.:** Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% Piedra. f'c = 180kg/m2  
**Unidad:** m3

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	3.0000	0.80	0.6000	1.44
Subtotal de Equipo:						1.44

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
211001	Piedra	m3	0.4200	16.00		6.72
200020	Hormigon simple f'c = 180 kg/cm2	m3	0.6300	91.20		57.46
201002	Agua	m3	90.0000	0.33		29.70
Subtotal de Materiales:						93.88

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300004	Transporte de materiales varios	Ton/Km	1.0000	0.25	35.0000	8.75
Subtotal de Transporte:						8.75

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
404007	Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)		1.0000	3.82	0.6000	2.29
400008	Jornalero		1.0000	3.41	0.6000	2.05
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	0.6000	2.07
Subtotal de Mano de Obra:						6.41

Costo Directo Total: 110.48

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 22.10

Precio Unitario Total .....	132.58
-----------------------------	--------



## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 9,001

Código: 500001

Descrip.: Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m

Unidad: m3

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102028	Retroexcavadora	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100004	Volqueta 12 m3	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
100018	Minicargadora 75 Hp	Hora	1.0000	30.00	0.0290	0.87
Subtotal de Equipo:						2.61

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		2.0000	3.41	0.0290	0.20
411001	Op. de Retroexcavadora (EOC1 Grupo I)		1.0000	3.82	0.0290	0.11
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0290	0.15
Subtotal de Mano de Obra:						0.46

Costo Directo Total: 3.07

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.61

Precio Unitario Total .....	3.68
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 9,002  
**Código:** 500003  
**Descrip.:** Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera  
**Unidad:** m3\*Km

### COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100002	Volqueta	Hora	1.0000	25.00	0.0590	1.48
Subtotal de Equipo:						1.48

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200001	Pago por concepto de disposición d	m3	1.0000	0.63		0.63
Subtotal de Materiales:						0.63

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400001	Chofer de Volquetas		1.0000	5.00	0.0590	0.30
Subtotal de Mano de Obra:						0.30

Costo Directo Total: 2.41

### COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.48

Precio Unitario Total .....	2.89
-----------------------------	------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 9,003  
**Código:** 500028  
**Descrip.:** Isla para buses (Estructura metálica)  
**Unidad:** Global

### COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Equipo:						0.00

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200033	Isla para buses	Global	1.0000	2,100.00		2,100.00
Subtotal de Materiales:						2,100.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
Subtotal de Mano de Obra:						0.00

Costo Directo Total: 2,100.00

### COSTOS INDIRECTOS

20 % 420.00

Precio Unitario Total .....	2,520.00
-----------------------------	----------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 9,004

Código: 500030

Descrip.: Hormigón Cemento Portland (f'c=180kg/cm2) (inclu. encofrado)

Unidad: m3

## COSTOS DIRECTOS

## Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102032	Vibrador	Hora	1.0000	2.50	0.9366	2.34
102031	Concretera de un Saco	Hora	1.0000	2.30	0.9366	2.15
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	0.9366	0.75
Subtotal de Equipo:						5.24

## Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
211002	Arena	m3	1.0000	20.13		20.13
211003	Grava	m3	1.0000	16.00		16.00
202005	Cemento	saco	1.0000	7.20		7.20
500017	Encofrado de madera	m2	1.0000	9.79		9.79
Subtotal de Materiales:						53.12

## Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300001	Transporte de áridos	m3*Km	1.0000	0.27	68.5000	18.50
300004	Transporte de materiales varios	Ton/Km	1.0000	0.25	68.5000	17.13
Subtotal de Transporte:						35.63

## Mano de Obra

Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil (EOD2)		2.0000	3.45	0.9366	6.46
401001	Peon (EOE2)		7.0000	3.41	0.9366	22.36
404007	Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)		1.0000	3.82	0.9366	3.58
Subtotal de Mano de Obra:						32.40

Costo Directo Total: 126.39

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 25.28

Precio Unitario Total ..... 151.67

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** RUB. AUX. 009.004  
**Código:** 500017  
**Descrip.:** Encofrado de madera  
**Unidad:** m2

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	0.7000	0.56
Subtotal de Equipo:						0.56

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200013	Tabla de encofrado	u	1.0000	2.23		2.23
200018	Clavos	kg	1.0000	1.91		1.91
Subtotal de Materiales:						4.14

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	0.7000	2.42
404007	Maestro Mayor en ejecución de obras (EOC1)		1.0000	3.82	0.7000	2.67
Subtotal de Mano de Obra:						5.09

Costo Directo Total: 9.79

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.96

Precio Unitario Total .....	11.75
-----------------------------	-------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 9,005  
**Código:** 508003  
**Descrip.:** Replanto de Piedra, e=5 cm  
**Unidad:** m2

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	hora	1.0000	0.20	0.1800	0.04
Subtotal de Equipo:						0.04

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
211001	Piedra	m3	0.1200	16.00		1.92
211003	Grava	m3	0.0400	16.00		0.64
Subtotal de Materiales:						2.56

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		1.0000	3.41	0.1800	0.61
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	0.1800	0.62
Subtotal de Mano de Obra:						1.23

Costo Directo Total: 3.83

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 0.77

Precio Unitario Total .....	4.60
-----------------------------	------



## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

Item: 10,001

Código: 500016

Descrip.: Reubicación de Postes de Ho hasta 12 metros de altura con máquina

Unidad: u

## COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	1.0000	0.80
100014	Camion grua	Hora	1.0000	32.00	1.0000	32.00
Subtotal de Equipo:						32.80

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
211001	Piedra	m3	0.9000	16.00		14.40
200040	Trabajos realizados por CENTRO S	Global	1.0000	125.00		125.00
Subtotal de Materiales:						139.40

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400008	Jornalero		1.0000	3.41	1.0000	3.41
400009	Operador de grua		1.0000	3.82	1.0000	3.82
Subtotal de Mano de Obra:						7.23

Costo Directo Total: 179.43

## COSTOS INDIRECTOS

20 % 35.89

Precio Unitario Total .....	215.32
-----------------------------	--------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 10,002  
**Código:** 522038  
**Descrip.:** Casas y Viviendas  
**Unidad:** u

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100021	Avaluo de predio	Global	1.0000	30,000.00	1.0000	30,000.00
Subtotal de Equipo:						30,000.00

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
Subtotal de Mano de Obra:						0.00

Costo Directo Total: 30,000.00

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 6,000.00

Precio Unitario Total .....	36,000.00
-----------------------------	-----------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 10,003  
**Código:** 500035  
**Descrip.:** Terrenos y Muros  
**Unidad:** Global

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100022	Terrenos	Global	1.0000	50,000.00	1.0000	50,000.00
Subtotal de Equipo:						50,000.00

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
Subtotal de Mano de Obra:						0.00

Costo Directo Total: 50,000.00

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 10,000.00

Precio Unitario Total .....	60,000.00
-----------------------------	-----------

## Análisis de Precios Unitarios

10-may-18

**Item:** 10,004  
**Código:** 500036  
**Descrip.:** Recuperación de pozos de revision (Incluye brocal y tapa)  
**Unidad:** u

<b>COSTOS DIRECTOS</b>
------------------------

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100010	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.80	3.0000	2.40
Subtotal de Equipo:						2.40

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200041	Brocal conico	u	1.0000	50.00		50.00
200042	Tapa conica	u	1.0000	50.00		50.00
200020	Hormigon simple f'c = 180 kg/cm2	m3	0.0900	91.20		8.21
Subtotal de Materiales:						108.21

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
300004	Transporte de materiales varios	Ton/Km	0.1500	0.25	36.0000	1.35
Subtotal de Transporte:						1.35

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402004	Ayudante (EOE2)		1.0000	3.41	3.0000	10.23
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.45	3.0000	10.35
401001	Peon (EOE2)		2.0000	3.41	3.0000	20.46
Subtotal de Mano de Obra:						41.04

Costo Directo Total: 153.00

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>
--------------------------

20 % 30.60

Precio Unitario Total .....	183.60
-----------------------------	--------

ANEXO 5: CRONOGRAMA VALORADO

PROYECTO: TESIS VIA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFIA Y GUNCAI DE LA PARROQUIA DE EL VALLE

CRONOGRAMA VALORADO

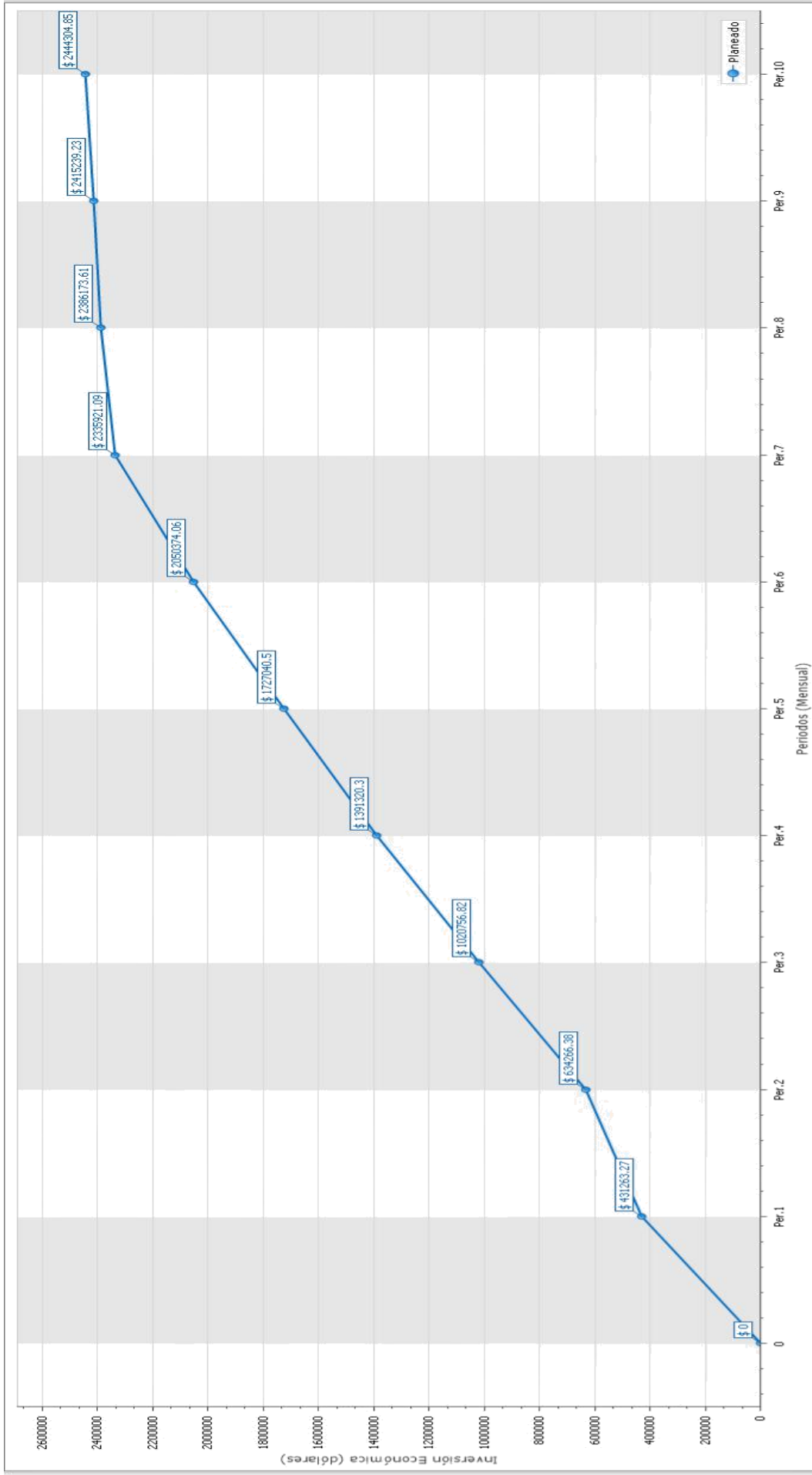
Plazo: 300 Desde: 04/06/2018 Hasta: 30/03/2019

HOJA: 1 DE 1

RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO : MENSUAL									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0. TESIS VIA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFIA Y GUNCAI DE LA PARROQUIA DE EL VALLE													
001. MOVIMIENTO DE TIERRAS													
Desbroce y limpieza	35753.48	1.52	54345.29	35753.48									
				54345.29									
Replanteo y nivelacion	2643.82	3.01	7957.9	2643.82									
				7957.9									
Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	21546.53	3.68	79291.23	10773.265	10773.265								
				39645.62	39645.62								
Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	28010.49	2.89	80950.32	14005.245	14005.245								
				40475.16	40475.16								
002. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE													
Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	15895.79	3.68	58496.51	3973.9475	3973.9475	3973.9475	3973.9475						
				14624.13	14624.13	14624.13	14624.13						
Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	20664.53	2.89	59720.49	5166.1325	5166.1325	5166.1325	5166.1325						
				14930.12	14930.12	14930.12	14930.12						
Subrasante Conformación y Compactación	27822.02	1.36	37837.95	6955.505	6955.505	6955.505	6955.505						
				9459.49	9459.49	9459.49	9459.49						
Asfalto RC-250 para imprimación	41733.03	0.94	39229.05		8346.606	8346.606	8346.606	8346.606	8346.606	8346.606			
					7845.81	7845.81	7845.81	7845.81	7845.81	7845.81			
Carpeta de rodadura de Ho Asfáltico mezclado en planta 4 pulg. e=10cm (Sin transporte)	27822.02	17.2	478538.74		5564.404	5564.404	5564.404	5564.404	5564.404	5564.404			
					95707.75	95707.75	95707.75	95707.75	95707.75	95707.75			
Transporte de Mezcla Asfáltica (medido desp. compactación)	3957.41	0.34	1345.52		791.482	791.482	791.482	791.482	791.482	791.482			
					269.1	269.1	269.1	269.1	269.1	269.1			
Base Clase II, Conformación y Compactación (inclu. transporte)	3895.09	26.32	102518.77		779.018	779.018	779.018	779.018	779.018	779.018			
					20503.75	20503.75	20503.75	20503.75	20503.75	20503.75			
Subase Clase II, Conformación y Compactación	8346.61	23.52	196312.27		1669.322	1669.322	1669.322	1669.322	1669.322	1669.322			
					39262.45	39262.45	39262.45	39262.45	39262.45	39262.45			
Material de Mejoramiento (inclu. Transporte)	5564.41	21.9	121860.58		1112.882	1112.882	1112.882	1112.882	1112.882	1112.882			
					24372.12	24372.12	24372.12	24372.12	24372.12	24372.12			
Relleno compactado con Material de Mejoramiento	6662.94	35.52	236667.63		1332.588	1332.588	1332.588	1332.588	1332.588	1332.588			
					47333.53	47333.53	47333.53	47333.53	47333.53	47333.53			
003. VEREDAS EN LA VIA													
Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	1586.3	3.68	5837.58					396.575	396.575	396.575	396.575		
								1459.4	1459.4	1459.4	1459.4		
Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	2062.18	2.89	5959.7					515.545	515.545	515.545	515.545		
								1489.93	1489.93	1489.93	1489.93		
Replantillo de Piedra, e=5 cm	7931.46	4.6	36484.72					1982.865	1982.865	1982.865	1982.865		
								9121.18	9121.18	9121.18	9121.18		
Hormigón Cemento Portland (F' c=180kg/cm2) (inclu. encofrado)	475.89	151.67	72178.24					118.9725	118.9725	118.9725	118.9725		
								18044.56	18044.56	18044.56	18044.56		
Piedra para vereda h=15 cms	713.83	26.46	18887.94					178.4575	178.4575	178.4575	178.4575		
								4721.99	4721.99	4721.99	4721.99		
004. SISTEMA DE DRENAJE (SUMIDEROS)													
Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	5.48	11.38	62.36			1.82667	1.82667	1.82667					
						20.79	20.79	20.79					
Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	7.13	2.89	20.61			2.37667	2.37667	2.37667					
						6.87	6.87	6.87					
Caja para sumidero(L=0.70m, a=0.40m, h=0.70m)	28	88.9	2489.2			9.33333	9.33333	9.33333					
						829.73	829.73	829.73					
SUM. INS. Rejilla Metálica para Sumidero	28	135.05	3781.4			9.33333	9.33333	9.33333					
						1260.47	1260.47	1260.47					
SUM. INS. Tubo PVC Alcantarrillado D=200 mm	2738	11.1	30391.8			912.66666	912.66666	912.66666					
						10130.6	10130.6	10130.6					
Encofrado de madera	35.28	11.75	414.54			11.76	11.76	11.76					
						138.18	138.18	138.18					
005. SISTEMA DE DRENAJE (SUBDREN)													
Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	240	3.68	883.2			240							
						883.2							
Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	312	2.89	901.68			312							
						901.68							
SUM. COL. de Geotextil NT 3000	1080	2.48	2678.4			1080							
						2678.4							
SUM. INS. de Tubería para Subdren D=160 mm	200	12.28	2456			200							
						2456							
Material filtrante de 2 a 4 pulg. de diametro (Piedra)	192	37.57	7213.44			192							
						7213.44							
Material filtrante arena	48	37.38	1794.24			48							
						1794.24							
006. SISTEMA DE DRENAJE (ALCANTARILLAS)													
006.001. ALCANTARILLA TIPO CAJON													
Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	9	3.68	33.12	2.25	2.25	2.25	2.25						
				8.28	8.28	8.28	8.28						
Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	11.7	2.89	33.81	2.925	2.925	2.925	2.925						
				8.45	8.45	8.45	8.45						
Encofrado de madera	521.14	11.75	6123.4	130.285	130.285	130.285	130.285						
				1530.85	1530.85	1530.85	1530.85						
Hormigón Simple 210 Kg/cm2	201.46	156.64	31556.69	50.365	50.365	50.365	50.365						
				7889.17	7889.17	7889.17	7889.17						
Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	23859.84	2.12	50582.86	5964.96	5964.96	5964.96	5964.96						
				12645.72	12645.72	12645.72	12645.72						
Replantillo de Piedra, e=10 cm	152.76	6.12	934.89	38.19	38.19	38.19	38.19						
				233.72	233.72	233.72	233.72						
006.002. ALCANTARILLA CIRCULAR													
Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	161.3	3.68	593.58	40.325	40.325	40.325	40.325						
				148.4	148.4	148.4	148.4						
Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombrera	209.69	2.89	606	52.4225	52.4225	52.4225	52.4225						
				151.5	151.5	151.5	151.5						
Tubería metálica corrugada D=1.90 m, esp=2.00 mm (Incluye accesorios)	44.68	295.36	13196.68	11.17	11.17	11.17	11.17						
				3299.17	3299.17	3299.17	3299.17						
006.003. ALCANTARILLA CIRCULAR PARA DRENAJE DE CUNETAS													
Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	133.56	3.68	491.5	33.39	33.39	33.39	33.39						
				122.88	122.88	122.88	122.88						

Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombra	173.63	2.89	501.79	43.4075	43.4075	43.4075	43.4075						
				125.45	125.45	125.45	125.45						
Tubería metálica corrugada D=1.20m, esp=2.00mm (incluye accesorios)	92.75	194.2	18012.05	23.1875	23.1875	23.1875	23.1875						
				4503.01	4503.01	4503.01	4503.01						
007. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL													
Guardacaminos tipo viga doble	297	108.31	32168.07									148.5	148.5
												16084.04	16084.04
Marca de Pavimento (Pintura sobre la calzada)	10575.28	1.12	11844.31									5287.64	5287.64
												5922.16	5922.16
Sello para señalización vertical	54	217.26	11732.04									27	27
												5866.02	5866.02
SUM. INST. de Tachas reflectivas	721	10.8	2386.8									110.5	110.5
												1193.4	1193.4
008. MUROS DE CONTENCIÓN													
Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	532.52	3.68	1959.67		106.504	106.504	106.504	106.504	106.504				
					391.93	391.93	391.93	391.93	391.93				
Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombra	692.27	2.89	2000.66		138.454	138.454	138.454	138.454	138.454				
					400.13	400.13	400.13	400.13	400.13				
Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% Piedra. F' c = 180kg/cm2	1976.54	132.58	262049.67		395.308	395.308	395.308	395.308	395.308				
					52409.93	52409.93	52409.93	52409.93	52409.93				
009. DISEÑO DE ISLA PARA BUSES													
Excavación Mecánica y cargado en suelo sin clasificar, prof. entre 0-2 m	4.8	3.68	17.66							2.4	2.4		
										8.83	8.83		
Transporte de materiales hasta 6 Km, incluye pago en escombra	6.24	2.89	18.03							3.12	3.12		
										9.02	9.02		
Isla para buses (Estructura metálica)	12	2520	30240							6	6		
										15120	15120		
Hormigón Cemento Portland (F' c=180kg/cm2) (inclu. encofrado)	3.6	151.67	546.01							1.8	1.8		
										273.01	273.01		
Replanto de Piedra, e=5 cm	2	4.6	9.2							1	1		
										4.6	4.6		
010. INDEMNIZACIONES													
Reubicación de Postes de Ho hasta 12 metros de altura con máquina	38	215.32	8182.16	38									
				8182.16									
Casas y Viviendas	4	36000	144000	4									
				144000									
Terrenos y Muros	1	60000	60000	1									
				60000									
Recuperación de pozos de revision (Incluye brocal y tapa)	38	183.6	6976.8	38									
				6976.8									
INVERSION MENSUAL				431263.27	203003.11	386490.44	370563.48	335720.2	323333.56	285547.03	50252.52	29065.62	29065.62
AVANCE PARCIAL EN %				17.64359 %	8.30514 %	15.81187 %	15.16028 %	13.73479 %	13.22803 %	11.68213 %	2.05590 %	1.18911 %	1.18911 %
INVERSION ACUMULADA				431263.27	634266.38	1020756.82	1391320.3	1727040.5	2050374.06	2335921.09	2386173.61	2415239.23	2444304.85
AVANCE ACUMULADO EN %				17.64%	25.94%	41.76%	56.92%	70.65%	83.88%	95.56%	97.62%	98.81%	100.00%





#### Tipo de Gráfico

Valores a desplegar:

Totales

Seleccione la forma del Gráfico:

Dinero

Seleccione el Tipo de Gráfico:

Línea

#### Totales Parciales:

431,263.27	203,003.11	386,490.44
431,263.27	634,266.38	1,020,756.82
17.64%	8.31%	15.81%
17.64%	25.95%	41.76%

#### Totales Acumulados:

431,263.27

#### Porcentajes Parciales:

17.64%

25.95%

41.76%

Salir



## ANEXO 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### Contenido

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA REHABILITACION DE LA VIA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFIA Y GUNCAY DE LA PARROQUIA DE EL VALLE .....	3
1. DESBROCE Y LIMPIEZA.....	3
1.1. RUBRO: 1,001 DESBROCE Y LIMPIEZA.....	3
2. REPLANTEO Y NIVELACIÓN.....	3
2.1. RUBRO: 1,002 REPLANTEO Y NIVELACIÓN.....	3
3. EXCAVACIÓN MECÁNICA.....	4
3.1. RUBRO 1.003: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR .....	4
3.2. RUBRO 2.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR .....	4
3.3. RUBRO 3.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR .....	4
3.4. RUBRO 5.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR .....	4
3.5. RUBRO 6.001.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR.....	4
3.6. RUBRO 6.002.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR.....	4
3.7. RUBRO 6.003.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR.....	4
3.8. RUBRO 8.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR .....	4
3.9. RUBRO 9.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR .....	4
4. TRANSPORTE DE MATERIALES .....	5
4.1. RUBRO 1,004: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA.....	5
4.2. RUBRO 2,002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA.....	5
4.3. RUBRO 3,002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA.....	5
4.4. RUBRO 4,002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA.....	5
4.5. RUBRO 5,002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA.....	5
4.6. RUBRO 6.001.002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA .....	5
4.7. RUBRO 6.002.002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA .....	5
4.8. RUBRO 6.003.002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA .....	5
4.9. RUBRO 8,002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA.....	5
4.10. RUBRO 9,002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA .....	5
4.11. RUBRO: 2,006.- TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA .....	6
5. SUBRASANTE.....	6
5.1. RUBRO: 2,003.- SUBRASANTE CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN .....	6
6. ASFALTO PARA IMPRIMACIÓN.....	6
6.1. RUBRO: 2,004.- ASFALTO RC-250 PARA IMPRIMACIÓN .....	6
7. CARPETA DE RODADURA.....	7
7.1. RUBRO: 2,005.- CARPETA DE RODADURA DE Ho ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA 4 PULG. E=10CM.....	7
8. MATERIALES.....	12
8.1. RUBRO: 2,007.- BASE .....	12
8.2. RUBRO: 2,007.- SUB BASE .....	14
8.3. RUBRO: 2,009.- MATERIAL DE MEJORAMIENTO.....	14
8.4. RUBRO: 5,005.- MATERIAL FILTRANTE DE 2 A 4 PULG. DE DIÁMETRO.....	16
8.5. RUBRO: 5.006.- MATERIAL FILTRANTE ARENA.....	16
9. RELLENO.....	16
9.1. RUBRO: 2,010.- RELLENO COMPACTADO.....	16
10. REPLANTILLO.....	17
10.1. RUBRO 3,003.- REPLANTILLO DE PIEDRA, E=5cm .....	17
10.2. RUBRO 6,001,006.- REPLNTILLO DE PIEDRA, E=10 cm .....	17
11. HORMIGÓN CEMENTO PORTLAND.....	17



11.1.	RUBRO 3,004: HORMIGÓN CEMENTO PORTLAND ( $F'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ ) (inclu. Encofrado) .....	17
11.2.	RUBRO 9,004: HORMIGÓN CEMENTO PORTLAND ( $F'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ ) (inclu. Encofrado) .....	17
11.3.	RUBRO 6,001,004: HORMIGÓN SIMPLE $210 \text{ kg/cm}^2$ .....	18
11.4.	RUBRO 8,003: HORMIGÓN CICLOPEO 60% HS Y 40% PIEDRA. $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ .....	18
12.	PIEDRA .....	18
12.1.	RUBRO 3,005: PIEDRA PARA VEREDA $H=15\text{cm}$ .....	19
13.	SUMIDEROS .....	19
13.1.	RUBRO 4,003: CAJA PARA SUMIDERO ( $L=0.70\text{m}$ , $a=0.40\text{m}$ , $h=0.70\text{m}$ ) .....	19
13.2.	RUBRO 4,004: SUM. INS. REJILLA METÁLICA PARA SUMIDERO .....	19
14.	ENCOFRADOS .....	20
14.1.	RUBRO 4,006: ENCOFRADO DE MADERA .....	20
14.2.	RUBRO 6,001,003: ENCOFRADO DE MADERA .....	20
15.	GEOTEXTIL .....	21
15.1.	RUBRO 5,003: SUM. COL. DE GEOTEXTIL NT 3000 .....	21
16.	TUBERÍAS .....	22
16.1.	RUBRO 4,005: SUM. INS. TUBO PVC ALCANTARILLADO $D=200$ .....	22
16.2.	RUBRO 5,004: SUM. INS. TUBERÍA PARA SUBDREN $D=160\text{mm}$ .....	22
16.3.	RUBRO 6,003,002: TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA $D=1.20\text{m}$ , $ESP=2.00\text{MM}$ (INCLUYE ACCESORIOS) 23	
16.4.	RUBRO 6,002,003: TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA $D=1.90\text{m}$ , $ESP=2.00\text{MM}$ (INCLUYE ACCESORIOS) 23	
17.	ACERO DE REFUERZO .....	23
17.1.	RUBRO 6,001,005: ACERO DE REFUERZO (INCLUYE CORTE Y DOBLADO) .....	23
17.2.	RUBRO 9,003: ISLA PARA BUSES (ESTRUCTURA METÁLICA) .....	24
18.	SEÑALIZACIÓN .....	24
18.1.	RUBRO 7,001: GUARDACAMINOS TIPO VIGA DOBLE .....	24
18.2.	RUBRO 7,002: MARCA DE PAVIMENTO (PINTURA SOBRE CALZADA) .....	25
18.3.	RUBRO 7,003: SELLO PARA SEÑALIZACIÓN VERTICAL .....	25
18.4.	RUBRO 7,004: SUM. INST. DE TACHAS REFLECTIVAS .....	25



## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA REHABILITACION DE LA VIA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFIA Y GUNCAY DE LA PARROQUIA DE EL VALLE.

En general estas especificaciones se basan en la **Norma Vial Ecuatoriana NEVI-12**, la cual ha sido generada a raíz de la iniciativa de la revisión, actualización y complementación de las **ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES MOP-001-F 2002 "Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes"**, 001-F-Edición 2002 (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones) Volúmenes 3 y 4. Por lo tanto si el Contratista o Fiscalizador desearan profundizar en las especificaciones técnicas de alguno de los rubros abajo descritos y que forman parte del presente trabajo de tesis previo a la obtención del título de Magister, deberán recurrir a dichas especificaciones o acudir al mencionado organismo para solicitar se absuelvan dudas en caso de ser necesario.

Estas especificaciones técnicas son los requisitos mínimos para los trabajos de los **“DISEÑOS DEFINITIVOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VIA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFIA Y GUNCAY DE LA PARROQUIA DE EL VALLE”**, que en lo pertinente dicen:

### 1. DESBROCE Y LIMPIEZA

#### 1.1. RUBRO: 1,001 DESBROCE Y LIMPIEZA.

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en eliminar todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación; además de tacones y hojarascas. También se incluye en este rubro la remoción de la capa de tierra vegetal, hasta la profundidad indicada en los planos o por el Fiscalizador; así como la disposición en forma satisfactoria al Fiscalizador, de todo el material proveniente de la operación de desbroce, desbosque y limpieza, especialmente en las áreas de incremento y/o nuevas para conformar la mesa de rodadura de la carretera.

El procedimiento de trabajo, la disposición de materiales removidos, la medición y el pago, se estipulan en la Sección 302.- Desbosque, Desbroce y Limpieza.- Numeral 302-1.01 al 302.1.05, del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
1,001 Desbroce, desbosque y limpieza.	Metros cuadrados (m2)

### 2. REPLANTEO Y NIVELACIÓN

#### 2.1. RUBRO: 1,002 REPLANTEO Y NIVELACIÓN.

**Descripción.-** Se refiere a la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador; como paso previo a la construcción.

Este rubro comprenderá la demarcación en el terreno de puntos de control del proyecto, necesarios para realizar la obra previamente indicados por el fiscalizador.

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados con la cota y



abscisa correspondiente así como el empleo de estacas y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/u órdenes del ingeniero fiscalizador.

La Entidad contratante proporcionará al contratista los planos y memoria técnica en la que consten los datos de campo, BMs y referencias, en base a las cuales el contratista, procederá a replantear la obra a ejecutarse.

**Medición y forma de pago.-** El replanteo se medirá en m. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

La nivelación se medirá y pagara por metro lineal.

El pago incluye toda la mano de obra, equipos y herramientas necesarias para la ejecución del proyecto

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
1,002 Replanteo y nivelación.	Metro (m)

### 3. EXCAVACIÓN MECÁNICA

3.1. RUBRO 1.003: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR

3.2. RUBRO 2.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR

3.3. RUBRO 3.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR

3.4. RUBRO 5.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR

3.5. RUBRO 6.001.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR

3.6. RUBRO 6.002.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR

3.7. RUBRO 6.003.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR

3.8. RUBRO 8.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR

3.9. RUBRO 9.001: EXCAVACIÓN MECÁNICA Y CARGADO EN SUELO SIN CLASIFICAR

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la excavación y cargado, en forma aceptable por el Fiscalizador, de todo el material cuya remoción sea necesaria para formar la obra básica del camino de acuerdo con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.

Este rubro comprenderá la remoción y desalojo de todo tipo de material para llegar a la rasante; el material será excavado a diferente profundidad y en todo el ancho de la plataforma conforme lo expuesto en los planos o por el fiscalizador.

Antes del comienzo de cualquier excavación, el contratista deberá conseguir la aprobación del Fiscalizador de su programa de excavación.

El procedimiento de trabajo, la disposición, la medición y el pago, se estipulan en el Numeral 303-2.- Excavación para la plataforma del camino.- Numeral 303-2.01.1 Excavación sin clasificar y el numeral 303-2.03. y el 303-2.04, del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.



Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
1,003.- Excavación mecánica y cargado en suelo sin clasificar.	Metro cúbico (m3)

#### 4. TRANSPORTE DE MATERIALES

- 4.1. RUBRO 1,004: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA
- 4.2. RUBRO 2,002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA
- 4.3. RUBRO 3,002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA
- 4.4. RUBRO 4,002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA
- 4.5. RUBRO 5,002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA
- 4.6. RUBRO 6.001.002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA
- 4.7. RUBRO 6.002.002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA
- 4.8. RUBRO 6.003.002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA
- 4.9. RUBRO 8,002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA
- 4.10. RUBRO 9,002: TRANSPORTE DE MATERIALES HASTA 6 KM. INCLUYE PAGO EN ESCOMBRERA

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el transporte autorizado de los materiales necesarios para la construcción de la plataforma del camino (excavación de material sin clasificar). El material excavado de la plataforma del camino será transportado sin derecho a pago alguno en una distancia de 500 m.; pasado los cuales se reconocerá el transporte correspondiente. El desalojo se lo efectuará en la Escombrera de propiedad del municipio ubicada en la parroquia de Santa Ana en donde está incluido el pago a la misma.

El volumen a considerarse de los materiales desalojados a sitios de bote será medido en su posición original y que haya sido efectivamente transportado.

La medición y el pago, se estipulan en el Numeral 309-1.02 y 309-1.03 del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
------------------------------------	--------------------





1,004.-Transporte de materiales hasta 6km, incluye pago en escombrera.	Metro cúbico*kilómetro (m3*km)
--	--------------------------------

#### 4.11. RUBRO: 2,006.- TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA

**Descripción.-** Los camiones para el transporte de mezcla bituminosa deberán contar con cajas metálicas herméticas, limpias y lisas de un material tal que evite adherencias con mezcla asfáltica. Cada carga se protegerá contra las inclemencias del tiempo y contra el enfriamiento con tapas de lonas o utilizando otros medios adecuados, aprobados por la Fiscalización.

La medición y el pago, se estipulan en el Numeral 309-1.02 y 309-1.03 del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
2,006.-Transporte de mezcla asfáltica.	Metro cúbico*kilómetro (m3*km)

### 5. SUBRASANTE

#### 5.1. RUBRO: 2,003.- SUBRASANTE CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN

**Descripción.-** Consiste en todos los trabajos de conformación y compactación previos a la colocación de material de mejoramiento para la estructura del pavimento flexible

El procedimiento de trabajo, la disposición, la medición y el pago para la conformación y compactación, se estipulan en la sección 305 – Terraplanado, numeral 305-1.02.1, 305-1.02.2, 305-1.02.3, 305-1.04. y 305-1.05 así como en la sección 305-2 Compactación numerales 305-2.02, 305-2.03, 305-2.04 y 305-2.05. del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002. .

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
2,003.- Subrasante conformación y compactación	m2

### 6. ASFALTO PARA IMPRIMACIÓN

#### 6.1. RUBRO: 2,004.- ASFALTO RC-250 PARA IMPRIMACIÓN

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso sobre la superficie de una base o subbase, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.

El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido RC-2 en proporción 70% asfalto 30% Diesel, la temperatura de aplicación será de 60º a 100º C. El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie



si cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño; el fiscalizador podrá disponer que se realice un ligero riego de agua antes de la aplicación del asfalto.

El equipo a utilizarse en este trabajo consistirá como mínimo en una barredora mecánica y un distribuidor a presión para la aplicación del material asfáltico; la barredora deberá estar provista de un soplador.

El distribuidor que se emplee, deberá estar equipado con llantas neumáticas y provistas de una rueda adicional que registre la velocidad de recorrido en un tacómetro en metros por minuto, de manera de controlar y mantener constante la velocidad requerida para la aplicación.

El asfalto para imprimación será distribuido uniformemente sobre la superficie, que deberá hallarse seca o ligeramente húmeda. La distribución se efectuará en un ancho igual a la media vía a fin de mantener el tránsito en la parte de la vía no imprimada. La cantidad de asfalto por aplicarse será ordenada por el fiscalizador de acuerdo con la naturaleza del material a imprimir y estará comprendida entre 1 a 2.25 litros por metro cuadrado. La distribución no deberá efectuarse cuando el tiempo esté nublado, lluvioso o con amenaza de lluvia inminente.

Comprenderá también el suministro y distribución uniforme de una delgada capa de arena secante, si el Fiscalizador lo considera necesario, para absorber excesos en la aplicación del asfalto, y proteger el riego bituminoso a fin de permitir la circulación de vehículos o maquinaria, antes de colocar la capa de rodadura.

El procedimiento de trabajo, distribución, medición y el pago, se estipulan en el numerales 405-1.04, 405-1.04.1, 405-1.05 y 405-1.06. del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P.-001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
2,004.- Asfalto RC-250 para imprimación	Litro

## 7. CARPETA DE RODADURA

### 7.1. RUBRO: 2,005.- CARPETA DE RODADURA DE Ho ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA 4 PULG. E=10CM

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura o de base de hormigón asfáltico colocado sobre la base, previamente aprobado por la Fiscalización.

El hormigón asfáltico estará constituido por agregados graduados de grueso a fino y cuando sea requerido, de relleno mineral (Filler), mezclado uniformemente y en caliente en una planta asfáltica.

El tipo y grado de material asfáltico a usarse será de un cemento asfáltico que cumpla con las condiciones requeridas para esta obra, previa aprobación de Fiscalización.

Los agregados a utilizarse, estarán constituidos por piedra triturada, grava triturada, ripio, arena u otro material granular aprobado y un relleno de piedra finamente triturada y otros materiales minerales finamente divididos.

Los agregados se compondrán de fragmentos limpios, resistentes y duros, libres de material vegetal y de exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables, así como de material cubierto de arcilla u otro material inconveniente.



Los agregados para el hormigón asfáltico deberán graduarse de grueso a fino con relleno mineral y tendrán que cumplir con las granulometrías tipo IV B para capas de superficies, y para la base asfáltica II E del Instituto de Asfalto, o lo que indique el Ing. Fiscalizador.

Los agregados gruesos deberán tener un porcentaje de desgaste no mayor del 40% a 500 revoluciones, determinados según AASHTO T-96.

Los áridos gruesos contendrán al menos un 60% en peso de elementos con dos o más superficies (caras) producidas por fracturas, entendiéndose como árido grueso todo el material retenido en el Tamiz No. 8. El ensayo de resistencia a los sulfatos por el método AASHTO T-104 no debe experimentar una desintegración al sulfato de sodio mayor a 12%, a menos que haya demostrado su comportamiento en empleos anteriores.

Los áridos gruesos de cada tamaño, necesarios para producir la granulometría especificada, deberán almacenarse en pilas de acopio individuales, situadas junto a la instalación mezcladora que estarán separadas por muros o cualquier otro elemento equivalente que el Ingeniero Fiscalizador crea conveniente. Cuando sea necesario mezclar dos o más áridos gruesos, el mezclado deberá hacerse a través de tolvas separadas en los alimentadores fríos y no en el acopio.

Cuando se mezclen áridos de varios orígenes para producir la granulometría de diseño, se acopiará los áridos por separado en montones independientes, tal como se indica para los áridos gruesos.

#### **FILLER MINERAL**

El filler mineral se compondrá de partículas muy finas de caliza, cal apagada, cemento portland u otra sustancia mineral aprobada no plástica. Estará perfectamente seco y no contendrá grumos.

No. del Tamiz	Porcentaje que pasa en peso
30	100
80	95 - 100
200	65 - 100

Cuando los áridos se combinan en las proporciones necesarias para obtener la granulometría exigida, de estos debe determinarse el equivalente de arena que no debe ser inferior a 50, para capas de superficie y de 30 para capas de base asfáltica.

#### **EQUIPO**

Todas las plantas utilizadas por el Contratista para la preparación de mezclas bituminosas en caliente, deberán estar diseñadas de tal manera que produzcan una mezcla uniforme y que concuerde con la fórmula maestra de obra preparada por el contratista y aprobada por la fiscalización; dentro de las tolerancias aceptadas por la Fiscalización.

#### **DISTRIBUCION Y TERMINACION DE LA MEZCLA ASFALTICA**

Se efectuarán por medio de pavimentadoras mecánicas, autopropulsadas y capaces de distribuir y terminar la mezcla de acuerdo con el alineamiento, pendientes, espesor y ancho del carril que hayan sido especificados.

Las pavimentadoras estarán provistas de dispositivos adecuados para el apisonamiento de la mezcla colocada.

#### **EQUIPO DE COMPACTACION**



Este consistirá en rodillos lisos de acero y rodillos neumáticos autopropulsados y con marcha atrás y el mínimo de unidades especificadas, mientras todavía se encuentra en una condición trabajable. Como mínimo por cada pavimentadora se tendrá un rodillo vibratorio y un rodillo neumático.

Se prepararán en laboratorio muestras representativas de la mezcla de hormigón asfáltico, proporcionadas de acuerdo a la fórmula maestra de obra y se ensayarán de acuerdo con el método Marshall, la mezcla compactada de laboratorio deberá tener una densidad entre 94 y 98% de la densidad teórica calculada en una mezcla sin vacíos de los mismos materiales, y en las mismas proporciones.

## TOLERANCIAS

El hormigón asfáltico deberá cumplir con la fórmula maestra establecida para la obra, dentro de las tolerancias enumeradas a continuación (los porcentajes son de los agregados secos):

Para los agregados que pasen el tamiz No. 4 y tamices mayores	+ - 5%
Para los agregados que pasen los tamices No. 8 y hasta 100	+ - 4%
Para los agregados que pasen el tamiz No. 200	+ - 2%
Para material asfáltico	+ - 0.3%
Para temperatura de la mezcla al salir de la mezcladora	+ - 10° C
Para temperatura de la mezcla al momento de colocarlo en el camino	+ - 10° C

El promedio del espesor de la capa de hormigón asfáltico terminado, deberá ser igual o mayor que el especificado y en ningún punto el espesor debe variar en más de 6 milímetros de lo especificado.

Las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 1 cm de las cotas establecidas, además se comprobará los perfiles longitudinales y transversales por medio de una regla de 3 m de largo, colocándola en ángulo recto y paralelamente a los ejes del proyecto. La separación entre la superficie y la regla no deberá exceder en ningún caso de 6 milímetros.

Luego de la compactación final de la capa de hormigón asfáltico, el Ingeniero Fiscalizador comprobará el espesor, la densidad y composición de la misma a intervalos aproximados de 500 m a cada lado de los ejes, los puntos serán tomados al azar, de tal manera que se evite una distribución regular de los mismos.

Cuando una medición señale una variación del espesor indicado en los planos, mayor que la admitida por la tolerancia ya mencionada; o cuando el ensayo de densidad indique un valor mayor al dos por ciento, por debajo del valor especificado; o cuando la composición de la mezcla no cumpla con las exigencias correspondientes; entonces se efectuarán las mediciones adicionales que el Ingeniero Fiscalizador considere para definir la extensión de la zona deficiente.

Si el espesor sobrepasa lo estipulado, mientras la cota de la superficie esté dentro del límite superior de tolerancia arriba mencionada, no será necesario corregir el espesor, pero el Contratante no reconocerá el precio adicional por este concepto.

Cualquier área de espesor o composición inaceptable, deberá corregirse mediante la reconstrucción completa del área, a costo y por cuenta del Contratista y de acuerdo a las instrucciones de Fiscalización. La zona corregida deberá cumplir en todo con los requisitos de los documentos contractuales. Igual procedimiento se seguirá en el



caso de áreas en las que la densidad registrada sea menor del 97% de la densidad máxima establecida por la Fiscalización en el laboratorio.

El Contratista llenará los huecos dejados por el muestreo con el mismo material de hormigón asfáltico, debidamente compactado, en forma satisfactoria y no se efectuará ningún pago adicional por estos trabajos.

## **PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO**

### **Formula Maestra De Obra**

No deberá principiarse ningún trabajo relacionado con la preparación del hormigón asfáltico a ser colocado en la obra, sino hasta que el Contratista haya presentado al Ingeniero Fiscalizador, las muestras representativas de los materiales que él propone emplear en la mezcla y haya diseñado la fórmula maestra de obra en base a los resultados de los ensayos efectuados con dichos materiales. La fórmula maestra regirá para todo este trabajo, salvo que la Fiscalización considere que es necesario modificarla en base a los resultados obtenidos, y debido a un cambio en la fuente de cualquier material componente.

La fórmula establecerá:

El porcentaje de agregados que deberá pasar a cada tamiz especificado;

El porcentaje de material asfáltico a añadirse con relación a la cantidad de agregados;

La temperatura de la mezcla al salir de la mezcladora;

La temperatura de la mezcla al momento de colocarla en el camino.

## **DOSIFICACION Y MEZCLADO**

- Almacenaje: Los agregados para las mezclas de hormigón asfáltico serán separados y almacenados en dos o más fracciones, antes de ser secados. Habrá un silo o tolva de almacenaje para cada fracción, más otro para cualquier relleno mineral que fuere requerido. Por lo general la separación de fracciones será hecha a base de las proporciones más grandes y más pequeñas, respectivamente, de los tamices de 4,76 mm. (No. 4) y 2.36 mm (No. 8); en todo caso la separación propuesta por el Contratista deberán contar con la aprobación del Ingeniero Fiscalizador.

- Secado: Los agregados se secarán uniformemente a la temperatura y por el período necesario para reducir el contenido promedio de humedad hasta tal nivel que cuando se termine la operación de mezclado, la humedad en la mezcla no exceda al 1%. El calentamiento de los agregados deberá ser de tal manera que no ocasionen ningún deterioro a los mismos o de la mezcla.

- Dosificación: Una vez que los agregados hayan sido secados, serán almacenados en tolvas o compartimientos por las distintas fracciones requeridas (exceptuando para plantas continuas) y después serán introducidas en la mezcladora en las proporciones fijadas en la fórmula maestra de obra.

Cuando se requiera de material de relleno mineral, este deberá ser añadido a la mezcladora separadamente y estará completamente seco. Si la mezcla está preparada por cargas, el relleno será alimentado directamente a la mezcladora y tan cerca al centro como sea posible. La cantidad de material de relleno será determinada por peso en balanzas sin resortes, aisladas del cajón de pesaje para los agregados, o por cualquier otro método que suministre el relleno mineral a la mezcladora uniformemente.

Si los materiales son mezclados en una planta mezcladora continua, el material de relleno será introducido en la mezcladora por una alimentadora continua eléctrica o mecánica, provista de medios para el ajuste de la cantidad de material suministrado.



La dosificación exacta de agregados y asfalto, estará de acuerdo a las especificaciones técnicas para producir una mezcla satisfactoria.

- Mezclado: Los agregados y el asfalto serán mezclados en una planta central, sea éste mezclado por cargas o mezclado continuo, a opción del Contratista, el tiempo de mezclado de una carga comenzará cuando el cajón de pesaje comience a vaciar los agregados en la mezcladora y terminará cuando se descargue la mezcla. El mezclado homogéneo en la que todos los agregados estén uniformemente distribuidos y debidamente cubiertos con asfalto, el tiempo de mezclado será determinado por el Ingeniero, pero en ningún caso será menor de 30 segundos.

#### **- DISTRIBUCIONES Y COMPACTACION**

- Distribución: Las mezclas de hormigón asfáltico serán colocadas sobre una superficie seca con una temperatura de la mezcla no menor de 110° C. La compactación inicial será efectuada cuando la temperatura de la mezcla sea tal, que la suma de dicha temperatura y la de la atmosférica sea entre los 100 y 150° C. En caso de lluvias repentinas, el Ingeniero podrá permitir la colocación de cargas que se encuentre en tránsito desde la planta, siempre y cuando tengan una temperatura apropiada y que en la superficie a cubrir no existan charcos. Este permiso no podrá afectar en modo alguno las exigencias con respecto a la calidad y lisura del acabado de la carpeta asfáltica.

- Compactación: Después de distribuida y enrasada la mezcla asfáltica, se procederá a su compactación con rodillos lisos y neumáticos. La compactación inicial se efectuará con rodillos lisos, avanzando gradualmente desde los bordes hacia el centro de las fajas colocadas y de tal manera que cada pasada se superponga aproximadamente la mitad de la pasada inmediatamente anterior; en los tramos con peralte, el rodillado se efectuará desde el borde inferior hacia arriba. El rodillado será llevado a cabo de tal manera que evite el desplazamiento o agrietamiento de la mezcla y deberá tener especial cuidado con la compactación en las juntas y en los bordes de la fajas.

Inmediatamente después de efectuado el rodillado inicial, se compactará a la capa con rodillos neumáticos hasta lograr la densidad especificada. Deberá efectuarse al menos tres pasadas completas sobre las fajas mientras la temperatura de la mezcla sea mayor de 65 grados centígrados. Terminada la compactación requerida con rodillos neumáticos, se llevará a cabo una pasada final con un rodillo liso tandem de dos ejes. Únicamente cuando se trate de la capa superior del pavimento de hormigón asfáltico.

El rodillado se efectuará con la rueda propulsora hacia delante, con respecto a la dirección de distribución de la mezcla, para evitar la adherencia de la mezcla al cilindro o rueda, se los deberá mantener ligeramente mojadas con agua de acuerdo a las indicaciones de la Fiscalización.

En lugares inaccesibles a los rodillos se deberá compactar a la mezcla con apisonadores mecánicos apropiados, hasta obtener la densidad y acabado especificados.

La capa de hormigón asfáltico terminada, deberá ser uniformemente compactada a la densidad requerida, con una textura uniforme, una superficie lisa y regular, y de conformidad con el alineamiento, espesor, pendiente, cotas y perfiles estipulados. Cualquier área deficiente de la mezcla deberá ser corregida al costo del Contratista.

#### **FORMA DE PAGO DE CARPETA ASFALTICA**

El pago de este rubro se lo hará en base a los metros cuadrados de superficie cubierta con hormigón asfáltico mezclado en planta. La medición será en base a la proyección de un plano horizontal, del área pavimentada y aceptada.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la preparación de la superficie a pavimentarse; la producción y suministro de agregados; el suministro de material bituminoso; la dosificación y el mezclado de los materiales; la distribución, conformación y compactación del hormigón asfáltico en el camino; así como por toda la





mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

Se considerarán las especificaciones técnicas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Norma Ecuatoriana Vial –NEVI-12-MTOP Volumen 3 y del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002 sección 405-5 Hormigón asfáltico mezclado en planta.

#### PORCENTAJES QUE PASA PARA CARPETA Y BASE ASFALTICA

TAMIZ	B	D
1"		100
3/4"	100	75-100
1/2"	80-100	
3/8"	70-90	45-70
No.4	50-70	30-50
No.8	35-50	20-35
No.30	18-30	5-20
No.50	13-23	3-12
No.100	8-16	2-8
No.200	4-10	0-4

A continuación se detallan los parámetros Marshall a aplicar en este diseño

CRITERIOS MARSHALL	HORMIGON ASFALTICO	
	CARPETA	BASE
No. DE GOLPES POR CAPA	75	75
ESTABILIDAD EN LIBRAS	1800	1800
FLUJO EN (PULG/100)	8-14	8-14
% DE VACIOS	3-5	3-9
RELACION FILLER BETUN	0,80-1,20	0,80-1,20
VMA	15	14

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
2,005.- Carpeta de rodadura Ho Asfáltico mezclado en planta 4 pulg. e=10cm (Sin transporte)	Metro cuadrado (m2)

## 8. MATERIALES

### 8.1. RUBRO: 2,007.- BASE

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

La clase de base a utilizar en la obra será la 2, que cumple las siguientes características:



TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1" (25.4 mm.)	100
3/4" (19.0 mm.)	70 – 100
3/8" (9.5 mm.)	50 – 80
Nº 4 (4.76 mm.)	35 – 65
Nº 10 (2.00 mm.)	25 – 50
Nº 40 (0.425 mm.)	15 – 30
Nº 200 (0.075 mm.)	3 – 15

Los agregados para material de base se los obtendrá de río o de cantera, se compondrán de fragmentos limpios, resistentes y durables y no contendrán partículas alargadas en exceso. Además estarán libres de material vegetal, arcilla u otro material inconveniente.

Las exigencias de graduación serán comprobadas por los ensayos granulométricos indicados anteriormente, en materiales mezclados en planta y de aquel colocado en la vía.

Los agregados gruesos deberán presentar un porcentaje de desgaste no mayor al 50% luego de 500 revoluciones, de acuerdo al ensayo establecido en AASHTO T-96.

La porción del agregado que pase el tamiz No. 40, incluyendo el relleno ligante, deberá presentar un Límite Líquido menor a 25 y un Índice de Plasticidad no superior a 6, según lo prescrito en las normas AASHTO T-89 y T-90. y CBR mayor o igual a 80%

Adicionalmente a lo indicado, se emplearán los siguientes ensayos para el control de la calidad de la capa de base:

- Contenido de partículas finas o plásticas, AASHTO T-196.
- Relación densidad - humedad, AASHTO T-180, método D.
- Densidad de campo: AASHTO T-147 o T-191.

La base se colocará en capas no mayores de 20 cm. de espesor luego de compactadas, para lo cual, luego de la distribución y conformación del material, se compactará en su ancho total mediante rodillos lisos, de preferencia vibratorios, hasta obtener la densidad especificada y una superficie uniforme de acuerdo a las alineaciones, gradientes y secciones transversales especificadas. La densidad de la capa de base alcanzará el 100% del valor máximo obtenido en el ensayo AASHTO T-180, Método D.

La fiscalización comprobará los espesores y densidades de estas capas a intervalos de 100 m lineales a lado y lado del eje de la vía y verificará en todos los sitios no accesibles a los rodillos, se logre lo indicado anteriormente mediante el uso de apisonadoras mecánicas.

El procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en la sección 404-1 base de agregados en los numerales 404-1.05, 404-1.06 y 404-1.07. del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P.-001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
2,007.- Base Clase II, Conformación y compactación (inclu. Transporte)	Metro cúbico (m3)



## 8.2. RUBRO: 2,007.- SUB BASE

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de capas de sub base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas. La capa de subbase se colocará sobre una subrasante, terminada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

La clase de base a utilizar en la obra será la 2, que cumple las siguientes características:

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38.1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Los ensayos y tolerancias, el procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en la sección 403-1 sub-base de agregados en los numerales 403-1.04, 404-1.05, 404-1.06 y 404-1.07. del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P.-001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
2,007.-Subbase Clase II, Conformación y compactación	Metro cúbico (m3)

## 8.3. RUBRO: 2,009.- MATERIAL DE MEJORAMIENTO

**Descripción.-** Cuando así se establezca en el proyecto, o lo determine el fiscalizador, la capa superior del camino, es decir, hasta nivel de la subrasante, ya sea en corte o en terraplén, se formara con suelo seleccionado, estabilización con cal, estabilización con material pétreo, membranas sintéticas, empalizada, o mezcla de materiales previamente seleccionados y aprobados por el fiscalizador, en las medidas indicadas en los planos, o en las que ordene el fiscalizador.

La capa de material de mejoramiento será de 20 cm el CBR mínimo deberá ser del 5% (deberá ser verificado la procedencia y tipo de material por fiscalización realizando los análisis de laboratorio del material empleado como mejoramiento).

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de suelo seleccionado y estará compuesta de agregados gruesos cribados y/o triturados, mezclados con agregado fino aceptado por el ingeniero fiscalizador.

Las capas de suelo seleccionado se colocarán sobre la subrasante previamente preparada y aprobada por fiscalización.



El material deberá graduarse uniformemente de grueso a fino y tendrá que cumplir las exigencias de granulometría siguiente:

TAMIZ	% QUE PASA
4"	100
1"	100 - 50
No. 4	100 - 35
No. 200	0 - 20

La graduación y compactación (100% AASHTO T-180 método D), deberá ser verificada mediante los ensayos antes especificados.

Los agregados gruesos deberán presentar un porcentaje de desgaste no mayor al 50% luego de 500 revoluciones, de acuerdo al ensayo establecido en AASHTO T-96.

La porción del agregado que pase el tamiz No. 40 deberá presentar un Límite Líquido menor a 35 y un Índice de Plasticidad no superior a 12, según lo prescrito en las normas AASHTO T-89 y T-90, CBR mayor o igual a 20% como se determina en el ensayo AASHTO T-91.

Material de tamaño mayor al máximo especificado, si se presenta, deberá ser retirado antes de que se incorpore el material en la obra.

Cuando los finos naturales existentes en los materiales originales de canteras o yacimientos presenten valores de Límite Líquido e Índice Plástico mayores a los anotados, y se proponga emplear este material como suelo seleccionado, deberá mezclarse con material fino no plástico y verificar que dicha mezcla cumpla con los requerimientos de granulometría anotados.

El material de suelo seleccionado se colocará en capas no mayores de 15 a 20 cm. de espesor luego de compactadas, para lo cual, luego de la distribución y conformación del material, se compactará en su ancho total mediante rodillos lisos, de preferencia vibratorios, hasta obtener la densidad especificada y una superficie uniforme de acuerdo a las alienaciones, gradientes y secciones transversales especificadas. La densidad de la capa de mejoramiento alcanzará el 100% del valor máximo obtenido en el ensayo AASHTO T-180, Método D.

La fiscalización comprobará los espesores y densidades de estas capas a intervalos de 25 m. lineales a lado y lado del eje de la vía y verificará que en todos los sitios no accesibles a los rodillos, se logre lo anotado mediante el uso de apisonadoras mecánicas.

Su forma de pago será por m3 compactado.

En caso que la entidad contratante o fiscalización considere otro método de estabilización de la subrasante se deberán realizar los análisis de laboratorio correspondientes indicados por fiscalización a costo del contratista y determinar la capacidad portante del suelo que se emplearía para el caso cumpliendo con lo establecido en el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002 sección 402. Mejoramiento de la subrasante.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
2,009.-Material de mejoramiento (inclu. Transporte)	Metro cúbico (m3)



#### 8.4. RUBRO: 5,005.- MATERIAL FILTRANTE DE 2 A 4 PULG. DE DIÁMETRO

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de desagües subterráneos mediante el empleo de geotextil y material granular de filtro para relleno, de acuerdo con las presentes especificaciones y de acuerdo con los detalles señalados en los planos y las instrucciones del Fiscalizador. Los materiales empleados deberán satisfacer los requerimientos de la Sección 822 del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes. El material de filtro será canto rodado de río o material granular triturado andesítico con una graduación entre 2" y 4".

El procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en la Sección 606 desagües Subterráneos, del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
5,005.- Material filtrante de 2"a 4" de diámetro.	Metro cúbico (m3)

#### 8.5. RUBRO: 5.006.- MATERIAL FILTRANTE ARENA

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de desagües subterráneos mediante el empleo de geotextil y material granular de filtro para relleno, de acuerdo con las presentes especificaciones y de acuerdo con los detalles señalados en los planos y las instrucciones del Fiscalizador. Los materiales empleados deberán satisfacer los requerimientos de la Sección 822 del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes. El material de filtro será arena dura, limpia y durable, libre de materias orgánicas, terrones de arcilla u otras sustancias inconvenientes, con menos del 5% pasando el tamiz No. 200 de espesor máximo de 5cm.

El procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en la Sección 606 desagües Subterráneos, del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
5,006.- Material filtrante de 2"a 4" de diámetro.	Metro cúbico (m3)

### 9. RELLENO

#### 9.1. RUBRO: 2,010.- RELLENO COMPACTADO

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro, colocación y compactación del material seleccionado para el relleno alrededor de las estructuras, de acuerdo a los límites y niveles señalados en los planos o fijados por el fiscalizador. También comprenderá el suministro, colocación y compactación del material seleccionado de relleno, en sustitución de los materiales inadecuados que se puedan encontrar al realizar la excavación para cimentar las obras de arte.

El procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en la Sección 307. Excavación y Relleno para Estructuras del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002 en los numerales 307-1.02, 307-2.07 y 307-2.08.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
------------------------------------	--------------------



2,010.- Relleno compactado con material de mejoramiento	Metro cúbico (m3)
---	-------------------

## 10. REPLANTILLO

10.1. RUBRO 3,003.- REPLANTILLO DE PIEDRA, E=5cm

10.2. RUBRO 6,001,006.- REPLNTILLO DE PIEDRA, E=10 cm

**Descripción.-** Consiste en el suministro y la colocación de piedra previo la construcción de estructuras.

Después que toda la infraestructura se encuentre terminada, se procederá a la conformación de la sub-rasante de la estructura, retirando el material que no sea apropiado para la cimentación, que puede ser sustituido con un material de mejor calidad previo a la aprobación del Ingeniero Fiscalizador; material que debe ser debidamente compactado, chequeado por la Fiscalización y que no debe ser menor al 90% de la densidad máxima standard, en una profundidad de 0.05 m / 0.10m. Sobre la sub-rasante aprobada por la Fiscalización; se colocará un replantillo de piedra de 0.05m / 0.10 m. de espesor, luego del cual se procederá a emporar con grava natural o triturada. La piedra para el replantillo será de calidad aprobada, procedente de río o de cantera y ésta deberá ser sólida, resistente, no alterada y durable, debe estar libre de material vegetal u otros materiales objetables.

### MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Las mediciones para determinación de áreas de replantillo se efectuarán en obra. Su pago se hará por metro cuadrado en el que se incluye además del costo de la piedra y la mano de obra el costo del emporado, el equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarias para ejecutar estos trabajos.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
3,003.- Replantillo de piedra, e=5cm)	Metro cuadrado (m2)

## 11. HORMIGÓN CEMENTO PORTLAND

11.1. RUBRO 3,004: HORMGÓN CEMENTO PORTLAND (F'C =180 Kg/cm2) (inclu. Encofrado)

11.2. RUBRO 9,004: HORMGÓN CEMENTO PORTLAND (F'C =180 Kg/cm2) (inclu. Encofrado)

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el encofrado, suministro, puesta en obra, terminado y curado del hormigón en veredas, sumideros, islas para buses y obras menores, en concordancia con estas especificaciones, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador.

El hormigón para estructuras está constituido por cemento portland, agregado fino, agregado grueso, aditivos, si se requiere, y agua, mezclados en las proporciones especificadas o aprobadas y de acuerdo a lo estipulado en esta sección y en el capítulo 801 Hormigón de Cemento Portland.





El procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en la Sección 503. Hormigón Estructural, del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
3,004.- Hormigón simple 180 Kg/cm <sup>2</sup>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

### 11.3. RUBRO 6,001,004: HORMIGÓN SIMPLE 210 kg/cm<sup>2</sup>

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro, puesta en obra, terminado y curado del hormigón en puentes, alcantarillas de cajón, muros de ala y de cabezal, muros de contención, tomas y otras estructuras de hormigón que requieran acero de refuerzo; en concordancia con estas especificaciones, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador.

El hormigón para estructuras está constituido por cemento portland, agregado fino, agregado grueso, aditivos, si se requiere, y agua, mezclados en las proporciones especificadas o aprobadas y de acuerdo a lo estipulado en esta sección y en el capítulo 801 Hormigón de Cemento Portland.

El procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en la Sección 503. Hormigón Estructural, del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
6,001,004.- Hormigón simple 210 Kg/cm <sup>2</sup>	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

### 11.4. RUBRO 8,003: HORMIGÓN CICLOPEO 60% HS Y 40% PIEDRA. $f'c=180\text{Kg/cm}^2$

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la mezcla de hormigón de cemento portland clase E.  $F'c=180\text{ kg/cm}^2$  en un 60% y piedra bola de río o de cantera tipo andesítica en un 40%

El procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en los Numerales 503-6.03; 503-8.01 y 503-8.02, del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. - 001 - F-2002.

Este rubro se aplicará en construcción de muros, entradas y salidas de alcantarillas y pasos de agua; que no requieran en su estructura de acero de refuerzo.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
8,003.- Hormigón Ciclópeo 60% HS y 40% Piedra. $f'c=180\text{Kg/cm}^2$	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

## 12. PIEDRA



### 12.1. RUBRO 3,005: PIEDRA PARA VEREDA H=15cm

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el recubrimiento de la superficie de la vía donde irán las veredas con una capa de cantos rodados o de piedra partida. El recubrimiento se efectuará sobre la capa de apoyo debidamente terminada y de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador.

Este trabajo incluirá también la formación de una capa de asiento de arena, en la cual se acomodarán los fragmentos de piedra para el empedrado.

Este trabajo no deberá ser efectuado sobre una subrasante que tenga un valor de soporte CBR menor al 6%. La piedra partida o canto rodado deberá tener 15cm de diámetro.

Cualquier información requerida remitirse al numeral 401-5 Empedrado. El procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en los Numerales 401-5.05;401-5.06 y 401-5.07, del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. - 001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
3,005.- Piedra para vereda H=15cm	Metro cúbico (m3)

## 13. SUMIDEROS

### 13.1. RUBRO 4,003: CAJA PARA SUMIDERO (L=0.70m, a=0.40m, h=0.70m)

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de las cajas para los sumideros de medidas L=0.70m, a=0.40m, h=0.70m que incluye el encofrado, el suministro, puesta en obra, terminado y curado del hormigón

El hormigón para estructuras está constituido por cemento portland, agregado fino, agregado grueso, aditivos, si se requiere, y agua, mezclados en las proporciones especificadas o aprobadas y de acuerdo a lo estipulado en esta sección y en el capítulo 801 Hormigón de Cemento Portland.

#### MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

La medición y el pago de este rubro se lo efectuará por caja debidamente terminada y aprobada por fiscalización, es decir el pago se lo realizará por cada unidad.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
4,003.- Caja para sumidero (L=0.70m, a=0.40m, h=0.70m)	Unidad (u)

### 13.2. RUBRO 4,004: SUM. INS. REJILLA METÁLICA PARA SUMIDERO



**Descripción.-** Se refiere al suministro y colocación de rejillas para sumideros señalados en el proyecto. Con el propósito de evacuar las aguas de la plataforma del camino y áreas adyacentes. Las características particulares de las rejillas serán las señaladas en el proyecto para cada tipo de sumidero.

Las rejillas serán fabricadas con acero laminado o fundido.

El procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en los Numerales 617-3;617-4 y 617-5, de la Normativa Ecuatoriana Vial NEVI -12 Volumen 3.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
4,004.- Sum. Ins. Rejilla Metálica para sumidero	Unidad (u)

#### 14. ENCOFRADOS

##### 14.1. RUBRO 4,006: ENCOFRADO DE MADERA

##### 14.2. RUBRO 6,001,003: ENCOFRADO DE MADERA

**Descripción.-** Se entenderá por encofrados las formas volumétricas, que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente para que soporten el vaciado del hormigón con el fin de amoldarlo a la forma prevista.

Los encofrados contruidos de madera pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión, resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeable para evitar la pérdida de la lechada.

Los encofrados para tabiques o paredes delgadas, estarán formados por tableros compuestos de tablas y bastidores o de madera contrachapada de un espesor adecuado al objetivo del encofrado, pero en ningún caso menores de 1 cm.

Los tableros se mantendrán en su posición, mediante pernos, de un diámetro mínimo de 8 mm roscados de lado a lado, con arandelas y tuercas.

Estos tirantes y los espaciadores de madera, formarán el encofrado, que por si solos resistirán los esfuerzos hidráulicos del vaciado y vibrado del hormigón. Los apuntalamientos y riostras servirán solamente para mantener a los tableros en su posición, vertical o no, pero en todo caso no resistirán esfuerzos hidráulicos.

Al colar hormigón contra las formas, éstas deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón. Antes de depositar el hormigón; las superficies del encofrado deberán aceitarse con aceite comercial para encofrados de origen mineral.

Los encofrados metálicos pueden ser rectos o curvos, de acuerdo a los requerimientos definidos en los diseños finales; deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión, resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeable para evitar la pérdida de la lechada. En caso de ser tablero metálico de tol, su espesor no debe ser inferior a 2 mm.

Las formas se dejarán en su lugar hasta que la fiscalización autorice su remoción, y se removerán con cuidado para no dañar el hormigón.



La remoción se autorizará y efectuará tan pronto como sea factible; para evitar demoras en la aplicación del compuesto para sellar o realizar el curado con agua, y permitir la más pronto posible, la reparación de los desperfectos del hormigón.

Con la máxima anticipación posible para cada caso, el Constructor dará a conocer a la fiscalización los métodos y material que empleará para construcción de los encofrados. La autorización previa del Fiscalizador para el procedimiento del colado, no relevará al Constructor de sus responsabilidades en cuanto al acabado final del hormigón dentro de las líneas y niveles ordenados.

Después de que los encofrados para las estructuras de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por la fiscalización para comprobar que son adecuados en construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al Constructor el cálculo de elementos encofrados que ameriten esa exigencia.

El uso de vibradores exige el empleo de encofrados más resistentes que cuando se usan métodos de compactación a mano.

#### MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO.-

Los encofrados se medirán en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) con aproximación de dos decimales.

Al efecto, se medirán directamente en la estructura las superficies de hormigón que fueran cubiertas por las formas al tiempo que estén en contacto con los encofrados empleados.

No se medirán para efectos de pago las superficies de encofrado empleadas para confinar hormigón que debió ser vaciado directamente contra la excavación y que debió ser encofrada por causa de sobre excavaciones u otras causa imputables al Constructor, ni tampoco los encofrados empleados fuera de las líneas y niveles del proyecto.

La obra falsa de madera para sustentar los encofrados estará incluida en el pago.

El constructor podrá sustituir, al mismo costo, los materiales con los que está constituido el encofrado (otro material más resistente), siempre y cuando se mejore la especificación, previa la aceptación del Ingeniero fiscalizador.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
4,006.- Encofrado de madera	Metros cuadrados (m <sup>2</sup> )

### 15. GEOTEXTIL

#### 15.1. RUBRO 5,003: SUM. COL. DE GEOTEXTIL NT 3000

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de desagües subterráneos mediante el empleo de geotextil y material granular de filtro para relleno, de acuerdo con las presentes especificaciones y de acuerdo con los detalles señalados en los planos y las instrucciones del Fiscalizador. Los materiales empleados deberán satisfacer los requerimientos de la Sección 822. El geotextil a emplearse será del tipo no tejido y cumplirá los parámetros especificados en la Tabla. 822.2.1. del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002



El procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en la Sección 606 Desagües Subterráneos, numerales 606-1.02, 606-1.02ª 606-1.03 y 606-1.04, del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
5.003.- Sum. col. de geotextil NT 3000	Metros cuadrados (m2)

## 16. TUBERÍAS

### 16.1. RUBRO 4,005: SUM. INS. TUBO PVC ALCANTARILLADO D=200

**Descripción.-** Comprende todas las acciones para el suministro y colocación de las tuberías accesorios de PVC para el transporte de agua.

Este rubro consiste en el suministro e instalación de Tubería y accesorios de sección circular de 200 mm de diámetro para desagüe fabricados con CLORURO DE POLIVINILO PVC con unión por cementado solvente

La tubería y accesorios debe cumplir con la norma INEN 1374

El suministro de los tubos se hará en longitudes de 3m. Estas no incluyen la longitud de la campana.

#### MEDICION Y FORMA DE PAGO.

El suministro y colocación de tubería PVC DESAGUE será medida por metro lineal, y se pagará una vez que el tramo haya sido colocado. No se medirán para fines de pago, las tuberías colocadas fuera de las líneas y niveles señalados en el proyecto y/o las no ordenadas por Fiscalización.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
4.005.- Sum. Ins. Tubo PVC Alcantarillado D=200	Metro (m)

### 16.2. RUBRO 5,004: SUM. INS. TUBERÍA PARA SUBDREN D=160mm

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de desagües subterráneos mediante el empleo de tubería perforada de PVC, geotextil y material granular de filtro para relleno, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los detalles señalados en los planos y las instrucciones del Fiscalizador. Los materiales empleados deberán satisfacer los requerimientos de la Sección 822.

**Medición.-** Las cantidades a pagarse por subdrenes, serán los metros lineales de tubería instalada, de acuerdo con los requisitos contractuales, los metros cúbicos de material filtrante colocado y aceptado, los metros cúbicos de excavación y relleno para estructuras menores aceptablemente ejecutados.

La tubería instalada será medida a lo largo del eje de la misma, inclusive cualquier ramal o conexión.

**Pago.-** Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro, transporte y colocación de tubería y se pagarán al precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.



Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
5.004.- Sum. Ins. Tubería para subdren D=160mm	Metro (m)

### 16.3. RUBRO 6,003,002: TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA D=1.20m, ESP=2.00MM (INCLUYE ACCESORIOS)

### 16.4. RUBRO 6,002,003: TUBERÍA METÁLICA CORRUGADA D=1.90m, ESP=2.00MM (INCLUYE ACCESORIOS)

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de alcantarillas, sifones, tubos ranurados y otros conductos o drenes con tubos o arcos de metal corrugado de los tamaños, tipos, calibre, espesores y dimensiones indicados en los planos, y de acuerdo con las presentes especificaciones. Serán colocados en los lugares con el alineamiento y pendiente señalados en los planos o fijados por el fiscalizador.

Este trabajo incluirá el suministro de materiales y la construcción de juntas, conexiones, tomas y muros terminales necesarios para completar la obra de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Los tubos de metal corrugado serán de acero y deberán cumplir los requerimientos previstos en la Sección 821 del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002..

El procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en la Sección 602.- Alcantarillas de Tubo de Metal Corrugado, del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
6,003.002.- Tubería metálica corrugada D=1.20m, Esp. 200mm (incluye accesorios)	Metro (m)

## 17. ACERO DE REFUERZO

### 17.1. RUBRO 6,001,005: ACERO DE REFUERZO (INCLUYE CORTE Y DOBLADO)

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de acero de refuerzo para el hormigón simple clase B.  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

Las barras de acero serán corrugadas y con un límite de fluencia de  $4.200 \text{ kg/cm}^2$ . Y deberán además satisfacer las exigencias previstas en la Sección 807 del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002, así como la norma INEN 101 de la Sección 807.

El procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en la Sección 504. Acero de refuerzo, en la parte pertinente a acero de refuerzo en barras, del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.





Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
6,001.005.- Acero de refuerzo (incluye corte y doblado)	Kilogramo (kg)

## 17.2. RUBRO 9,003: ISLA PARA BUSES (ESTRUCTURA METÁLICA)

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la implementación de los bahías para paradas del transporte urbano o interparroquial de ser el caso. Estas bahías serán construidas en acero mediante perfiles estructurales. Todas las piezas de acero Estructural deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma INEN 136: ACERO PARA CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL.

Las paradas constarán de: cubierta, columnas o soportes verticales, costillares o apoyos transversales, banca, iluminación (opcional), panel informativo: Municipal o parroquial así como para líneas de recorrido de buses o paleta publicitaria.

En cuanto al diseño, dimensiones, materiales y demás detalles constructivos, la entidad contratante deberá proporcionar estos insumos de paradas que ya se hayan construido en la parroquia o a su vez subcontratar a un consultor externo; de igual forma se debe proporcionar el Análisis de Precios Unitarios de todos los rubros necesarios para su construcción.

### MEDICION Y FORMA DE PAGO.

La medición se lo efectuará por unidad realizada. Se ha estimado un precio base por cada parada construida y terminada y que debe cumplir con los requisitos anteriormente descritos.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
9,003.- Isla para Buses (Estructura metálica)	Unidad (u)

## 18. SEÑALIZACIÓN

### 18.1. RUBRO 7,001: GUARDACAMINOS TIPO VIGA DOBLE

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de guardacaminos tipo viga metálica W doble, de acuerdo con las especificaciones, alineaciones y pendientes establecidas en los planos o determinadas por el Fiscalizador. La viga metálica doble tipo W debe cumplir las especificaciones técnicas determinadas en la Subsección 829-3 del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.

El procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en la Sección 703.- Guardacaminos y Barreras de Hormigón, del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
7,001.- Guardacaminos Tipo Viga Doble	Metro lineal (ml)



## 18.2. RUBRO 7,002: MARCA DE PAVIMENTO (PINTURA SOBRE CALZADA)

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

Los detalles no contemplados en los planos se realizarán conforme al "Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways" (MUTCD) (Manual de Mecanismos de Control de Tráfico en los Estados Unidos), U.S. Department of Transportation y Federal Highways and Transportation y Normas Panamericanas

El procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en las secciones 705-3, 705-4 y 705-5, del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
7,002.- Marca de pavimento (pintura sobre calzada)	Metro lineal (ml)

## 18.3. RUBRO 7,003: SELLO PARA SEÑALIZACIÓN VERTICAL

**Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de señales completas, adyacentes a la carretera, de acuerdo con el Manual de Señalización de M.O.P. y las instrucciones del Fiscalizador.

Las placas o paneles para señales al lado de la carretera serán montados en postes metálicos que cumplan las exigencias correspondientes a los especificado en la Sección 830. Serán instaladas en las ubicaciones y con la orientación señalada en los planos.

Los postes serán galvanizados y cumplirán la norma ASTM A 123. Los tableros de señales con sus respectivos mensajes y con todo el herraje necesario para su montaje en los postes, serán suministrados por el contratista. Las láminas serán reflectivas y el color especificado cumplirá los requerimientos de la norma AASHTO M 268.

El procedimiento de trabajo, la medición y el pago, se estipulan en la Sección 708.- Señales al Lado de la Carretera, del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
7,003.- Sello para señalización vertical	Unidad (u)

## 18.4. RUBRO 7,004: SUM. INST. DE TACHAS REFLECTIVAS

**Descripción.-** Las marcas serán colocadas en sitios e intervalos que estén especificados, tanto en los planos, como en el contrato. No se procederá a la colocación de las marcas de pavimento en tanto no haya sido aprobada la superficie del pavimento.

Las marcas MPS serán aplicadas a una temperatura mínima de 21 grados centígrados. El pavimento tendrá superficie seca y, si la temperatura del pavimento es menor a 21 grados centígrados, se lo calentará con una fuerte irradiación de calor (no directamente con la llama). Los MPS serán calentados previamente a la colocación, mediante calor a una temperatura máxima de 49 grados centígrados por un tiempo máximo de 10 minutos.



El adhesivo se mantendrá a una temperatura de 16 a 29 grados centígrados antes y durante la aplicación. Los componentes del adhesivo epóxico serán mezclados uniformemente, hasta conseguir una consistencia adecuada previa a su uso. El adhesivo mezclado será desechado cuando, debido a la polimerización, se ha endurecido y reducido su trabajabilidad.

La mezcla adhesiva se aplicará en el área que ha sido preparada previamente. Luego el MPS será presionado en el sitio correspondiente, hasta que la mezcla adhesiva aparezca en toda la periferia del MPS. La cantidad requerida de adhesivo por cada dispositivo estará entre 20 y 40 gramos.

La secuencia de las operaciones será ejecutada tan rápido como sea posible. La mezcla adhesiva y el MPS serán colocados sobre el pavimento dentro de un tiempo máximo de 30 segundos, luego del precalentamiento y limpieza del pavimento. El MPS no deberá haberse enfriado más de un minuto antes de la colocación.

El tiempo de precalentamiento del pavimento será ajustado de tal forma que se asegure que la adherencia del MPS se de en no más de 15 minutos. El pegado se considerará satisfactorio cuando el adhesivo desarrolle un mínimo esfuerzo de tensión de 124 gr/cm<sup>2</sup> o una tensión total de 11 kg.

El Fiscalizador deberá verificar, por muestreo de al menos un 5% de los MPS colocados, que se cumpla con este requerimiento. El Fiscalizador deberá usar para el efecto un dinamómetro manual.

Los MPS estarán espaciados y alineados como se indique en los planos o como lo establezca el Fiscalizador. Se tolerará un desplazamiento no mayor de 1.5 cm. a la izquierda o a la derecha de la línea de referencia.

El Contratista removerá y reemplazará todas las marcas inadecuadamente localizadas, sin costo adicional para el Ministerio.

La medición y el pago, se estipulan en la Sección 705-3.05. Marcas de pavimento Sobresalidas (MPS) numeral 705-4 y 705-5.-, del Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes.- M.O.P. -001 - F-2002.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
7,004.- SUM. INST. de tachas reflectivas	Unidad (u)



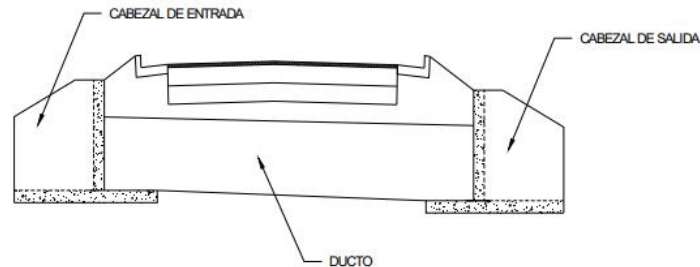
## ANEXO 7: PUENTES (PREDISEÑO ALCANTARILLA CAJÓN)

### 1. PUENTES (PREDISEÑO ALCANTARILLA CAJÓN)

#### 1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ALCANTARILLAS CAJÓN

Los elementos constitutivos son

- El ducto, los cabezales, y muros de ala de entrada y salida.



En cuanto a los códigos y normativas para el diseño de las estructuras se usan las siguientes nacionales e internacionales

- Norma Ecuatoriana Vial, NEVI-12-MTOP.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC (Versión Enero 2015).
- Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, MOP - 001- F 2002, Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones.
- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, 4th Edition 2007, American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures, ACI 350- 06, American Concrete Institute (ACI).
- Building Code Requirement for Structural Concrete and Commentary, ACI 318-14, American Concrete Institute (ACI).

Las cargas a ser consideradas para el cálculo y diseño de los componentes de las alcantarillas son:

- **Carga muerta.** Corresponde al peso propio de la estructura (muros, losas, bases, etc) y rellenos (volúmenes multiplicados por los correspondientes pesos específicos de los materiales).
- **Carga viva.** Se debe principalmente al peso de los camiones que circulan por la vía. Las cargas se determinan en base a los criterios de AASHTO y Ministerio de Transporte (cargas HL-93 y HS-MTOP).
- **Sobrecarga debida a carga viva.** Se considera una sobrecarga para el empuje de suelo debida a la carga viva actuando sobre la parte superior de las estructuras la cual se debe principalmente al paso de los vehículos por la vía. Los valores están dados en la AASHTO dependiendo al dirección del tráfico con respecto a la estructura y la altura de la misma.

Tabla 3.11.6.4-2 – Altura de suelo equivalente para carga vehicular sobre muros de sostenimiento paralelos al tráfico

Altura del muro (mm)	$\bar{h}_{eq}$ (mm)	
	Distancia entre el paramento posterior del muro y el borde del tráfico	
	0,0 mm	300 mm o más
1500	1500	600
3000	1050	600
$\geq 6000$	600	600

Tabla 3.11.6.4-1 – Altura de suelo equivalente para carga vehicular sobre estribos perpendiculares al tráfico

Altura del estribo (mm)	$\bar{h}_{eq}$ (mm)
1500	1200
3000	900
$\geq 6000$	600

- **Carga debida a la presión lateral del suelo.** Se considera empujes de suelo activos, pasivos y en reposo.
- **Carga sísmica.** Se calcula en base a las normativas NEC y NEVI-12
- **Presión hidrostática.** Se considera cuando las estructuras están en posible contacto con el agua (nivel freático, aguas superficiales y aguas exteriores). Para el cálculo de las cargas debidas a presión hidrostática, se usó un peso unitario del agua  $\gamma_w$  de 1000 kg/m<sup>3</sup> (10 KN/m<sup>3</sup>).

## 1.2 PUENTES EXISTENTES EN LA VÍA

A continuación podemos observar los puentes existentes en la vía de estudio, y al contener luces pequeñas en el proyecto se consideró realizar el diseño de alcantarillas tipo cajón.

PUENTES EXISTENTES										
Nº	LONGITUD	L. ADOPTADO	ANCHO	ABSCISA	NORTE	ESTE	COTA	CONCEPTO	ALCANTARILLA	# Carriles
1	3.4	4	4.47	0+640	9675600.09	726340.71	2525.34	FUERA DE VIA	-	2
2	3	4	3.64	0+703	9675647.8	726397.02	2523.18	FUERA DE VIA	-	2
3	3.09	4	8.77	0+795	9675701.21	726458.52	2524.09	DENTRO	METALICO ARMICO	2
4	6.56	7	8.8	0+970	9675859.96	726527.36	2520.5	DENTRO	TIPO CAJON	2
5	6.85	7	3.84	0+998.56	9675875.98	726522.08	2518.32	FUERA DE VIA	-	2
6	6.95	7	8.9	2+849	9677466.69	726228.75	2493.59	DENTRO	-	2

## 1.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

- El análisis estructural de los diferentes componentes de las alcantarillas se realizó utilizando el método de los elementos finitos. Este método considera la distribución geométrica así como la rigidez relativa de cada elemento para calcular el comportamiento de la estructura así como la distribución de esfuerzos y fuerzas a cada uno de los componentes del sistema estructural.
- El análisis estructural se realizó utilizando modelos bi-dimensionales y tri-dimensionales, en los cuales se incluyen los diferentes componentes de la estructura y condiciones de carga.

Estructura ducto cajón

**ALCANTARILLA 3.00X3.00 RELLENO 0.00 A 0.00m ARMADO LOSA SUPERIOR**

Recubrimiento	r =	5	cm
Espesor de la losa	h =	40	cm
Resistencia hormigón	f'c =	280	kg/cm <sup>2</sup>
Fluencia del acero	fy =	4200	kg/cm <sup>2</sup>

**CORTANTE EN LA LOSA**

Vu =	23300	kgf
ΦVn =	25630	kgf
Vu/ΦVn =	0.91	kgf

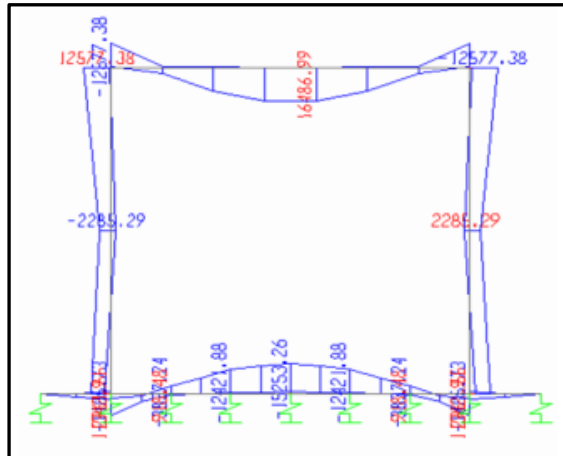
**ACERO DE CONTRACCION Y TEMPERATURA**

Asmin	7.2	cm <sup>2</sup> /m
Diametro	Φ	14 mm
Espaciamiento	S	25 cm
Acero colocado	As	6.16 cm <sup>2</sup> /m
Cuantia	p	0.0015

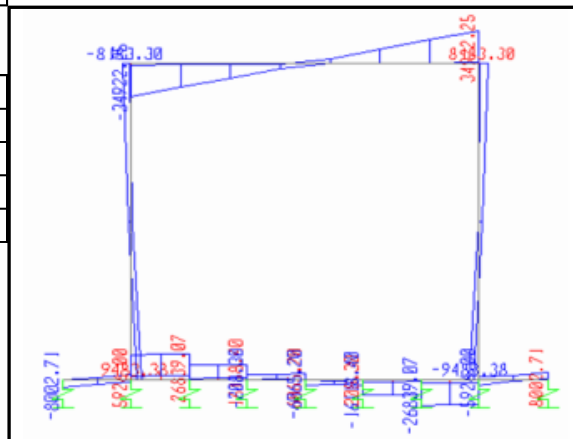
**ACERO DE DISTRIBUCIÓN**

As requerido	5.02	cm <sup>2</sup> /m
Diametro	Φ	14 mm
Espaciamiento	S	25 cm
Acero colocado	As	6.16 cm <sup>2</sup> /m
Cuantia	p	0.0015

**DIAGRAMA DE MOMENTOS**



**DIAGRAMA DE CORTANTES**



MOMENTO	Mu (kgf-m)	Ms (kgf-m)	Ns (kgf)	e (cm)	i (-)	j (-)
Izquierda	8900	5500	5600	112.31	1.4	0.9
Central	16500	9300	5600	180.07	1.2	0.9
Derecha	8900	5500	5600	112.31	1.4	0.9

MOMENTO	fs(kg/cm <sup>2</sup> )	Bs	Ye	s≤	1.2 Mcr	1.33 Mu
Izquierda	1171	9.26	1.00	45	16589	11837
Central	1741	9.1	1.00	10	16589	21945
Derecha	1171	9.26	1.00	45	16589	11837

MOMENTO	Diametro	Separacion	Diametro	Separacion	Area Acero	ω Mn (kgf-m)
Izquierda	18	20	0	25	12.72	15860
Central	20	20	0	25	15.71	19365
Derecha	18	20	0	25	12.72	15860



**ALCANTARILLA 3.00X3.00 RELLENO 0.00 A 0.00m ARMADO LOSA INFERIOR**

Recubrimiento	r =	7.5	cm
Espesor de la losa	h =	40	cm
Resistencia hormigón	f'c =	280	kg/cm <sup>2</sup>
Fluencia del acero	f <sub>y</sub> =	4200	kg/cm <sup>2</sup>

**CORTANTE EN LA LOSA**

V <sub>u</sub> =	16200	kgf
ΦV <sub>n</sub> =	23298	kgf
V <sub>u</sub> /ΦV <sub>n</sub> =	0.7	kgf

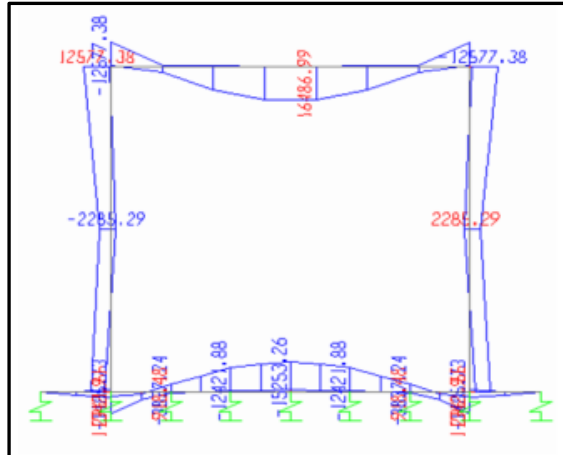
**ACERO DE CONTRACCION Y TEMPERATURA**

As <sub>min</sub>	7.2	cm <sup>2</sup> /m
Diametro	Φ	14 mm
Espaciamiento	S	25 cm
Acero colocado	A <sub>s</sub>	6.16 cm <sup>2</sup> /m
Cuantia	p	0.0015

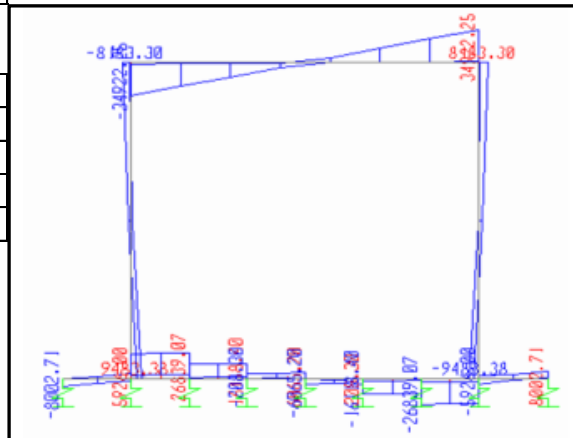
**ACERO DE DISTRIBUCIÓN**

As requerido		cm <sup>2</sup> /m
Diametro	Φ	mm
Espaciamiento	S	cm
Acero colocado	A <sub>s</sub>	cm <sup>2</sup> /m
Cuantia	p	

**DIAGRAMA DE MOMENTOS**



**DIAGRAMA DE CORTANTES**



MOMENTO	M <sub>u</sub> (kgf-m)	M <sub>s</sub> (kgf-m)	N <sub>s</sub> (kgf)	e (cm)	i (-)	j (-)
Izquierda	7500	5100	7900	76.16	1.6	0.9
Central	15300	8900	7900	124.16	1.3	0.9
Derecha	7500	5100	7900	76.16	1.6	0.9

MOMENTO	f <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	B <sub>s</sub>	Y <sub>e</sub>	s ≤	1.2 M <sub>cr</sub>	1.33 M <sub>u</sub>
Izquierda	1042	6.37	1.00	122	16589	9975
Central	1700	6.29	1.00	52	16589	20349
Derecha	1042	6.37	1.00	122	16589	9975

MOMENTO	Diametro	Separacion	Diametro	Separacion	Area Acero	ω M <sub>n</sub> (kgf-m)
Izquierda	18	20	0	20	12.72	14658
Central	20	20	0	20	15.71	17881
Derecha	18	20	0	20	12.72	14658

**ALCANTARILLA 3.00X3.00 RELLENO 0.00 A 0.00m ARMADO MURO**

Recubrimiento	r =	5	cm
Espesor de la losa	h =	40	cm
Resistencia hormigón	f'c =	280	kg/cm <sup>2</sup>
Fluencia del acero	fy =	4200	kg/cm <sup>2</sup>

**CORTANTE EN LA LOSA**

Vu =	6500	kgf
ΦVn =	25147	kgf
Vu/ΦVn =	0.26	kgf

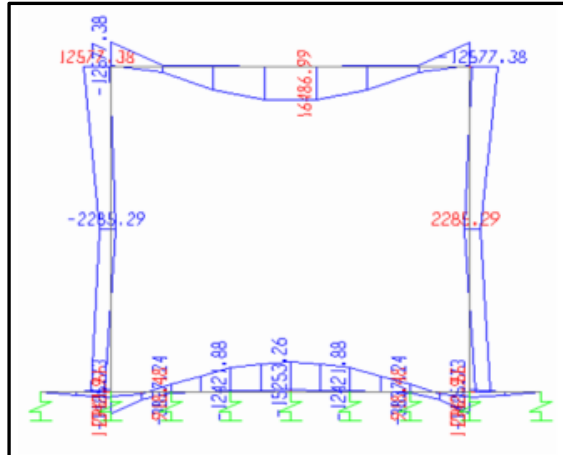
**ACERO DE CONTRACCION Y TEMPERATURA**

Asmin	7.2	cm <sup>2</sup> /m
Diametro	Φ	14 mm
Espaciamento	S	25 cm
Acero colocado	As	6.16 cm <sup>2</sup> /m
Cuantia	p	0.0015

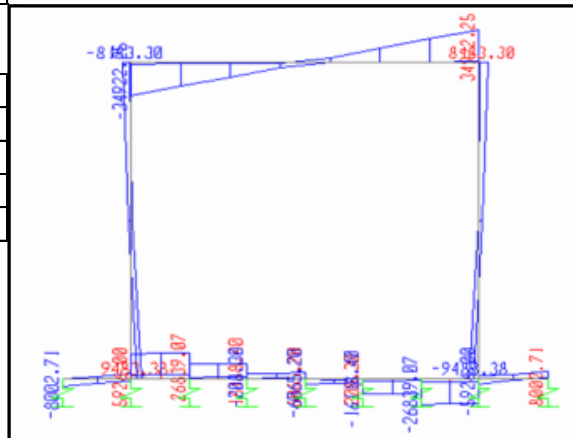
**ACERO DE DISTRIBUCIÓN**

As requerido		cm <sup>2</sup> /m
Diametro	Φ	mm
Espaciamento	S	cm
Acero colocado	As	cm <sup>2</sup> /m
Cuantia	p	

**DIAGRAMA DE MOMENTOS**



**DIAGRAMA DE CORTANTES**



MOMENTO	Mu (kgf-m)	Ms (kgf-m)	Ns (kgf)	e (cm)	i (-)	j (-)
Arriba	11900	7200	23200	45.03	2.9	0.87
Central	2300	1900	23200	22.29	3.9	0.86
Abajo	8800	5900	23200	39.53	3.8	0.86

MOMENTO	fs(kg/cm <sup>2</sup> )	Bs	Ye	s≤	1.2 Mcr	1.33 Mu
Arriba	765	9.1	1.00	109	16589	15827
Central	358	9.26	1.00	303	16589	3059
Abajo	646	9.26	1.00	137	16589	11704

MOMENTO	Diametro	Separacion	Diametro	Separacion	Area Acero	ω Mn (kgf-m)
Arriba	20	20	0	20	15.71	19365
Central	18	20	0	20	12.72	15860
Abajo	18	20	0	20	12.72	15860

Estructura de entrada y salida con alas

**CABEZAL DE ENTRADA - SALIDA (RECTANGULAR 3.0X3.0M)**

ELEMENTO MUROS DE ALA

ANÁLISIS DIRECCIÓN VERTICAL - REFUERZO EXTERIOR

DISEÑO A CORTE			
Fuerza cortante	$V_u =$	18500	kgf
Resistencia de la sección a corte	$\Phi V_n =$	19356	kgf
Utilización a cortante	$V_u/\Phi V_n =$	0.96	ok

DISEÑO A FLEXIÓN - DIRECCIÓN PRINCIPAL			
Momento máximo mayorado	$M_u$	19000	kg.m
Momento máximo servicio	$M_s$	14500	kg.m
Factor de durabilidad	$S_d$	1.14	
Momento de diseño	$S_d \cdot M_u$	21750	kg.m
	$R_u$	28.54	
	$d$	29.1	cm
Cantidad de acero requerida	$p_{req}$	0.0073	
Acero requerido	$A_s_{req}$	21.19	cm <sup>2</sup>
Cantidad de acero mínima	$p_{min}$	0.003	$b \cdot h$
Acero mínimo	$A_s_{min}$	10.5	cm <sup>2</sup>
Acero a colocar	$A_s$	21.19	cm <sup>2</sup>
Recubrimiento	$r$	5	cm
Diámetro de la varilla	$\Phi$	18	mm
Relación módulos de Elasticidad	$n$	7.9	
Esf. Mayorado/Esf. Sin mayorar	$Y$	1.31	
	$f_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )	2183	kg/cm <sup>2</sup>
	$f_s$ (ksi)	31.2	ksi
	$f_s$ max (ksi)	36	ksi
	$f_s$ max (kg/cm <sup>2</sup> )	2520	kg/cm <sup>2</sup> ok
Separación adoptada	$s$	20	cm
Refuerzo a colocar	1 $\Phi$ 18@20cm		
Acero adicional		8.47	cm <sup>2</sup>
Diámetro necesario		14.69	
Diámetro colocado		18	mm
Refuerzo a colocar adicional	1 $\Phi$ 18@20cm		
Acero total colocado		25.4	cm <sup>2</sup> ok
Cantidad total colocada		0.0087	$b \cdot d$
Capacidad a momento	$\Phi M_n$ (kg.m)	25831	kg.m
Utilización a momento	$S_d \cdot M_u / \Phi M_n$	0.84	ok

**CABEZAL DE ENTRADA - SALIDA (RECTANGULAR 3.0X3.0M)**

ELEMENTO MUROS DE ALA  
ANALISIS DIRECCION VERTICAL - REFUERZO INTERIOR

DISEÑO A CORTE			
Fuerza cortante	$V_u =$	18500	kgf
Resistencia de la seccion a corte	$\Phi V_n =$	19356	kgf
Utilizacion a cortante	$V_u/\Phi V_n =$	0.96	ok

DISEÑO A FLEXION - DIRECCION PRINCIPAL			
Momento maximo mayorado	$M_u$	3000	kg.m
Momento maximo servicio	$M_s$	1700	kg.m
Factor de durabilidad	$S_d$	1.3	
Momento de diseño	$S_d * M_u$	3891	kg.m
	$R_u$	5.11	
	$d$	27.13	cm
Cuantia de acero requerida	$p_{req}$	0.0012	
Acero requerido	$A_s_{req}$	3.34	cm <sup>2</sup>
Cuantia de acero minima	$p_{min}$	0.003	b*h
Acero minimo	$A_s_{min}$	10.5	cm <sup>2</sup>
Acero a colocar	$A_s$	10.5	cm <sup>2</sup>
Recubrimiento	$r$	5	cm
Diametro de la varilla	$\Phi$	18	mm
Relacion modulos de Elasticidad	$n$	7.9	
Esf. Mayorado/Esf. Sin mayorar	$Y$	1.76	
	$f_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )	586	kg/cm <sup>2</sup>
	$f_s$ (ksi)	8.4	ksi
	$f_s$ max (ksi)	23.6	ksi
	$f_s$ max (kg/cm <sup>2</sup> )	1651	kg/cm <sup>2</sup> ok
Separacion adoptada	$s$	22	cm
Refuerzo a colocar	1 $\Phi$ 18@20cm		
Acero adicional			cm <sup>2</sup>
Diametro necesario			
Diametro colocado			mm
Refuerzo a colocar adicional			
Acero total colocado		11.6	cm <sup>2</sup> ok
Cuantia total colocada		0.0043	b*d
Capacidad a momento	$\Phi M_n$ (kg.m)	11416	kg.m
Utilizacion a momento	$S_d.M_u/\Phi M_n$	0.34	ok



**CABEZAL DE ENTRADA - SALIDA (RECTANGULAR 3.0X3.0M)**

ELEMENTO MUROS DE ALA

ANALISIS DIRECCION HORIZONTAL - REFUERZO EXTERIOR

<b>DISEÑO A CORTE</b>			
Fuerza cortante	$V_u =$	14500	kgf
Resistencia de la seccion a corte	$\Phi V_n =$	19356	kgf
Utilizacion a cortante	$V_u / \Phi V_n =$	0.75	ok

**DISEÑO A FLEXION - DIRRECCION PRINCIPAL**

Momento maximo mayorado	$M_u$	3700	kg.m
Momento maximo servicio	$M_s$	2700	kg.m
Factor de durabilidad	$S_d$	1.53	
Momento de diseño	$S_d * M_u$	5661	kg.m
	$R_u$	7.43	
	$d$	29.1	cm
Cuantia de acero requerida	$p_{req}$	0.0018	
Acero requerido	$A_s_{req}$	5.25	cm <sup>2</sup>
Cauntia de acero minima	$p_{min}$	0.003	b*h
Acero minimo	$A_s_{min}$	10.5	cm <sup>2</sup>
Acero a colocar	$A_s$	10.5	cm <sup>2</sup>
Recubrimiento	$r$	5	cm
Diametro de la varilla	$\Phi$	18	mm
Relacion modulos de Elasticidad	$n$	7.9	
Esf. Mayorado/Esf. Sin mayorar	$Y$	1.37	
	$f_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )	866	kg/cm <sup>2</sup>
	$f_s$ (ksi)	12.4	ksi
	$f_s$ max (ksi)	25.8	ksi
	$f_s$ max (kg/cm <sup>2</sup> )	1803	kg/cm <sup>2</sup> ok
Separacion adoptada	$s$	22	cm
Refuerzo a colocar	1 $\Phi$ 18@22cm		
Acero adicional			cm <sup>2</sup>
Diametro necesario			
Diametro colocado			mm
Refuerzo a colocar adicional			
Acero total colocado		11.6	cm <sup>2</sup> ok
Cuantia total colocada		0.004	b*d
Capacidad a momento	$\Phi M_n$ (kg.m)	12277	kg.m
Utilizacion a momento	$S_d.M_u / \Phi M_n$	0.46	ok



**CABEZAL DE ENTRADA - SALIDA (RECTANGULAR 3.0X3.0M)**

ELEMENTO MUROS DE ALA

ANALISIS DIRECCION HORIZONTAL - REFUERZO INTERIOR

<b>DISEÑO A CORTE</b>			
Fuerza cortante	$V_u =$	14500	kgf
Resistencia de la seccion a corte	$\Phi V_n =$	16030	kgf
Utilizacion a cortante	$V_u / \Phi V_n =$	0.9	ok

**DISEÑO A FLEXION - DIRECCION PRINCIPAL**

Momento maximo mayorado	$M_u$	4300	kg.m
Momento maximo servicio	$M_s$	2900	kg.m
Factor de durabilidad	$S_d$	1.65	
Momento de diseño	$S_d * M_u$	7110	kg.m
	$R_u$	13.6	
	$d$	22.13	cm
Cuantia de acero requerida	$p_{req}$	0.0033	
Acero requerido	$A_s_{req}$	7.41	cm <sup>2</sup>
Cuantia de acero minima	$p_{min}$	0.003	$b * h$
Acero minimo	$A_s_{min}$	9	cm <sup>2</sup>
Acero a colocar	$A_s$	9	cm <sup>2</sup>
Recubrimiento	$r$	5	cm
Diametro de la varilla	$\Phi$	18	mm
Relacion modulos de Elasticidad	$n$	7.9	
Esf. Mayorado/Esf. Sin mayorar	$Y$	1.48	
	$f_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1236	kg/cm <sup>2</sup>
	$f_s$ (ksi)	17.7	ksi
	$f_s$ max (ksi)	22	ksi
	$f_s$ max (kg/cm <sup>2</sup> )	1542	kg/cm <sup>2</sup> ok
Separacion adoptada	$s$	22	cm
Refuerzo a colocar	1 $\Phi$ 18@22cm		
Acero adicional			cm <sup>2</sup>
Diametro necesario			
Diametro colocado			mm
Refuerzo a colocar adicional			
Acero total colocado		11.6	cm <sup>2</sup> ok
Cuantia total colocada		0.0052	$b * d$
Capacidad a momento	$\Phi M_n$ (kg.m)	9230	kg.m
Utilizacion a momento	$S_d * M_u / \Phi M_n$	0.77	ok



**CABEZAL DE ENTRADA - SALIDA (RECTANGULAR 3.0X3.0M)**

ELEMENTO LOSA

ANÁLISIS DIRECCIÓN LONGITUDINAL - REFUERZO SUPERIOR

DISEÑO A CORTE			
Fuerza cortante	$V_u =$	14500	kgf
Resistencia de la sección a corte	$\Phi V_n =$	16030	kgf
Utilización a cortante	$V_u/\Phi V_n =$	0.9	ok

**DISEÑO A FLEXIÓN - DIRECCIÓN PRINCIPAL**

Momento máximo mayorado	$M_u$	4300	kg.m
Momento máximo servicio	$M_s$	5500	kg.m
Factor de durabilidad	$S_d$	1.41	
Momento de diseño	$S_d \cdot M_u$	11533	kg.m
	$R_u$	15.13	
	$d$	29.1	cm
Cantidad de acero requerida	$p_{req}$	0.0037	
Acero requerido	$A_s_{req}$	10.87	cm <sup>2</sup>
Cantidad de acero mínima	$p_{min}$	0.003	$b \cdot h$
Acero mínimo	$A_s_{min}$	10.5	cm <sup>2</sup>
Acero a colocar	$A_s$	10.87	cm <sup>2</sup>
Recubrimiento	$r$	5	cm
Diámetro de la varilla	$\Phi$	18	mm
Relación módulos de Elasticidad	$n$	7.9	
Esf. Mayorado/Esf. Sin mayorar	$Y$	1.49	
	$f_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1764	kg/cm <sup>2</sup>
	$f_s$ (ksi)	25.2	ksi
	$f_s$ max (ksi)	25.8	ksi
	$f_s$ max (kg/cm <sup>2</sup> )	1803	kg/cm <sup>2</sup> ok
Separación adoptada	$s$	22	cm
Refuerzo a colocar	1 $\Phi$ 18@22cm		
Acero adicional			cm <sup>2</sup>
Diámetro necesario			
Diámetro colocado			mm
Refuerzo a colocar adicional			
Acero total colocado		11.6	cm <sup>2</sup> ok
Cantidad total colocada		0.004	$b \cdot d$
Capacidad a momento	$\Phi M_n$ (kg.m)	12277	kg.m
Utilización a momento	$S_d \cdot M_u / \Phi M_n$	0.94	ok



**CABEZAL DE ENTRADA - SALIDA (RECTANGULAR 3.0X3.0M)**

ELEMENTO LOSA

ANÁLISIS DIRECCIÓN LONGITUDINAL - REFUERZO INFERIOR

DISEÑO A CORTE			
Fuerza cortante	$V_u =$	12500	kgf
Resistencia de la sección a corte	$\Phi V_n =$	19356	kgf
Utilización a cortante	$V_u / \Phi V_n =$	0.65	ok

DISEÑO A FLEXIÓN - DIRECCIÓN PRINCIPAL			
Momento máximo mayorado	$M_u$	4300	kg.m
Momento máximo servicio	$M_s$	3200	kg.m
Factor de durabilidad	$S_d$	1.7	
Momento de diseño	$S_d * M_u$	7325	kg.m
	$R_u$	9.61	
	$d$	27.13	cm
Cantidad de acero requerida	$p_{req}$	0.0023	
Acero requerido	$A_s_{req}$	6.36	cm <sup>2</sup>
Cantidad de acero mínima	$p_{min}$	0.003	$b * h$
Acero mínimo	$A_s_{min}$	10.5	cm <sup>2</sup>
Acero a colocar	$A_s$	10.5	cm <sup>2</sup>
Recubrimiento	$r$	5	cm
Diámetro de la varilla	$\Phi$	18	mm
Relación módulos de Elasticidad	$n$	7.9	
Esf. Mayorado/Esf. Sin mayorar	$Y$	1.34	
	$f_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1104	kg/cm <sup>2</sup>
	$f_s$ (ksi)	15.8	ksi
	$f_s$ max (ksi)	23.6	ksi
	$f_s$ max (kg/cm <sup>2</sup> )	1651	kg/cm <sup>2</sup> ok
Separación adoptada	$s$	22	cm
Refuerzo a colocar	1 $\Phi$ 18@22cm		
Acero adicional			cm <sup>2</sup>
Diámetro necesario			
Diámetro colocado			mm
Refuerzo a colocar adicional			
Acero total colocado		11.6	cm <sup>2</sup> ok
Cantidad total colocada		0.0043	$b * d$
Capacidad a momento	$\Phi M_n$ (kg.m)	11416	kg.m
Utilización a momento	$S_d * M_u / \Phi M_n$	0.64	ok



**CABEZAL DE ENTRADA - SALIDA (RECTANGULAR 3.0X3.0M)**

ELEMENTO LOSA

ANALISIS DIRECCION TRANSVERSAL - REFUERZO SUPERIOR

<b>DISEÑO A CORTE</b>			
Fuerza cortante	$V_u =$	15000	kgf
Resistencia de la seccion a corte	$\Phi V_n =$	19356	kgf
Utilizacion a cortante	$V_u / \Phi V_n =$	0.77	ok

**DISEÑO A FLEXION - DIRRECCION PRINCIPAL**

Momento maximo mayorado	$M_u$	6500	kg.m
Momento maximo servicio	$M_s$	5100	kg.m
Factor de durabilidad	$S_d$	1.65	
Momento de diseño	$S_d * M_u$	10694	kg.m
	$R_u$	14.03	
	$d$	29.1	cm
Cuantia de acero requerida	$p_{req}$	0.0035	
Acero requerido	$A_s_{req}$	10.06	cm <sup>2</sup>
Cauntia de acero minima	$p_{min}$	0.003	$b * h$
Acero minimo	$A_s_{min}$	10.5	cm <sup>2</sup>
Acero a colocar	$A_s$	10.5	cm <sup>2</sup>
Recubrimiento	$r$	5	cm
Diametro de la varilla	$\Phi$	18	mm
Relacion modulos de Elasticidad	$n$	7.9	
Esf. Mayorado/Esf. Sin mayorar	$Y$	1.27	
	$f_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1636	kg/cm <sup>2</sup>
	$f_s$ (ksi)	23.4	ksi
	$f_s$ max (ksi)	25.8	ksi
	$f_s$ max (kg/cm <sup>2</sup> )	1803	kg/cm <sup>2</sup> ok
Separacion adoptada	$s$	22	cm
Refuerzo a colocar	1 $\Phi$ 18@22cm		
Acero adicional			cm <sup>2</sup>
Diametro necesario			
Diametro colocado			mm
Refuerzo a colocar adicional			
Acero total colocado		11.6	cm <sup>2</sup> ok
Cuantia total colocada		0.004	$b * d$
Capacidad a momento	$\Phi M_n$ (kg.m)	12277	kg.m
Utilizacion a momento	$S_d.M_u / \Phi M_n$	0.87	ok

**CABEZAL DE ENTRADA - SALIDA (RECTANGULAR 3.0X3.0M)**

ELEMENTO LOSA

ANALISIS DIRECCION TRANSVERSAL - REFUERZO INFERIOR

<b>DISEÑO A CORTE</b>			
Fuerza cortante	$V_u =$	15000	kgf
Resistencia de la seccion a corte	$\Phi V_n =$	19356	kgf
Utilizacion a cortante	$V_u / \Phi V_n =$	0.77	ok

**DISEÑO A FLEXION - DIRECCION PRINCIPAL**

Momento maximo mayorado	$M_u$	14500	kg.m
Momento maximo servicio	$M_s$	10300	kg.m
Factor de durabilidad	$S_d$	1.09	
Momento de diseño	$S_d * M_u$	15768	kg.m
	$R_u$	20.69	
	$d$	27.13	cm
Cuantia de acero requerida	$p_{req}$	0.0052	
Acero requerido	$A_s_{req}$	14.05	cm <sup>2</sup>
Cuantia de acero minima	$p_{min}$	0.003	$b * h$
Acero minimo	$A_s_{min}$	10.5	cm <sup>2</sup>
Acero a colocar	$A_s$	14.05	cm <sup>2</sup>
Recubrimiento	$r$	5	cm
Diametro de la varilla	$\Phi$	18	mm
Relacion modulos de Elasticidad	$n$	7.9	
Esf. Mayorado/Esf. Sin mayorar	$Y$	1.41	
	$f_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1828	kg/cm <sup>2</sup>
	$f_s$ (ksi)	26.1	ksi
	$f_s$ max (ksi)	35.3	ksi
	$f_s$ max (kg/cm <sup>2</sup> )	2469	kg/cm <sup>2</sup> ok
Separacion adoptada	$s$	22	cm
Refuerzo a colocar	1 $\Phi$ 18@22cm		
Acero adicional		2.48	cm <sup>2</sup>
Diametro necesario		8.33	
Diametro colocado		18	mm
Refuerzo a colocar adicional	1 $\Phi$ 18@22cm		
Acero total colocado		23.1	cm <sup>2</sup> ok
Cuantia total colocada		0.0085	$b * d$
Capacidad a momento	$\Phi M_n$ (kg.m)	21939	kg.m
Utilizacion a momento	$S_d * M_u / \Phi M_n$	0.72	ok

**1.4 CONSIDERACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN**

Los materiales utilizados en el diseño de las estructuras deberán cumplir las siguientes especificaciones:



### Hormigón estructural

- Resistencia mínima a la compresión simple a los 28 días:

Hormigón Estructural:  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

Replanteo:  $f'_c = 180 \text{ kg/cm}^2$ .

### Acero de refuerzo en varilla corrugadas

- Límite de fluencia:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

### Material de relleno compactado

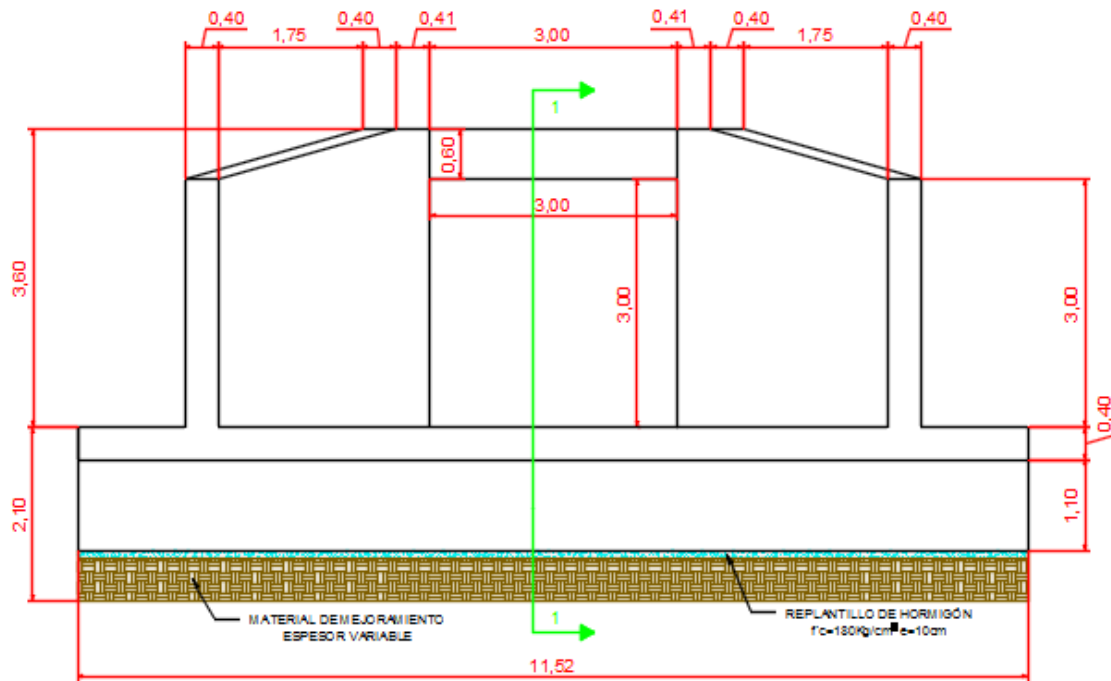
- Ángulo de fricción interna,  $\phi = 28^\circ$
- Cohesión,  $c = 0 \text{ Kg/cm}^2$

Todos los elementos estructurales de las alcantarillas se han proyectado en concreto reforzado. Los códigos empleados para el diseño de los diferentes componentes son AASHTO LRFD y ACI 350-06

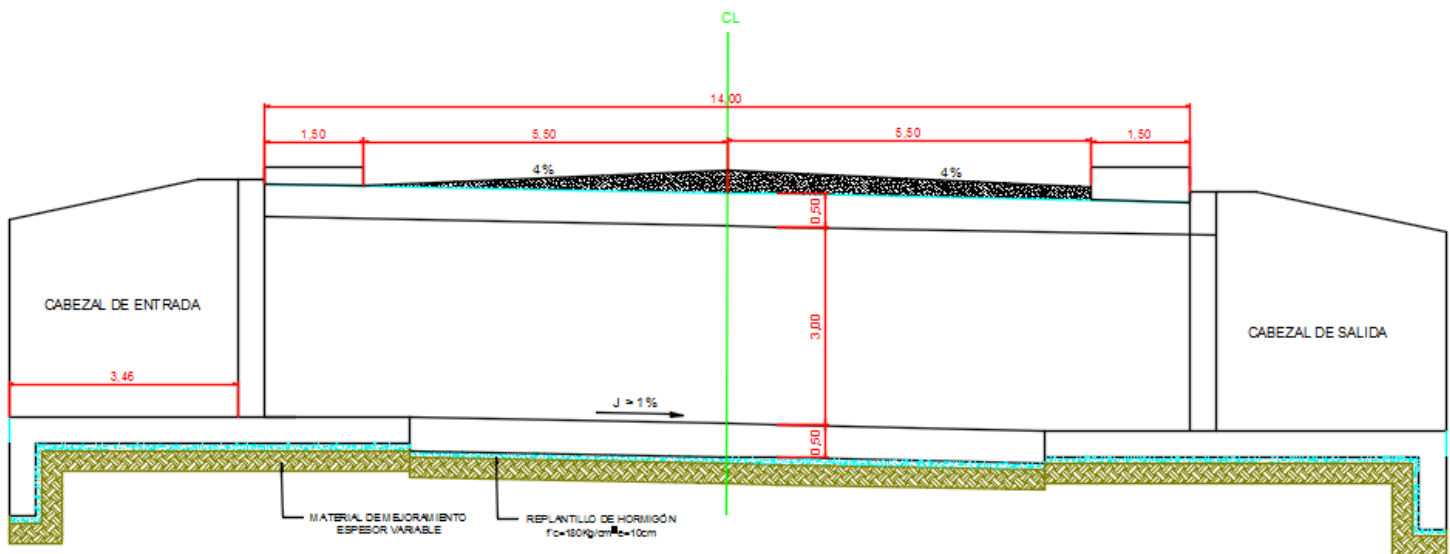
Recubrimiento mínimo del acero de refuerzo = 5 cm (de acuerdo a AASHTO y ACI) para hormigón expuesto a suelo o a la intemperie, tanto para losas o paredes.

**Nota:** Al no existir un estudio geotécnico (estratigrafía, nivel freático, ángulo de fricción, cohesión) del lugar donde se construirá la alcantarilla cajón, el estudio aquí presentado representa un pre diseño, por lo que la alcantarilla tipo cajón deberá ser diseñado a manera definitiva empleando estas medidas, los diámetros de las varillas aquí presentados conjuntamente con los estudios geotécnicos necesarios para el cálculo estructural y así corroborar que las dimensiones cumplan con todas las normativas y parámetros requeridos para el diseño. Se deberá también incluir el Análisis de Precios Unitarios y las especificaciones técnicas para la construcción del mismo.

### 1.5 DIMENSIONES ESQUEMÁTICAS DE LA ALCANTARILLA TIPO CAJÓN.



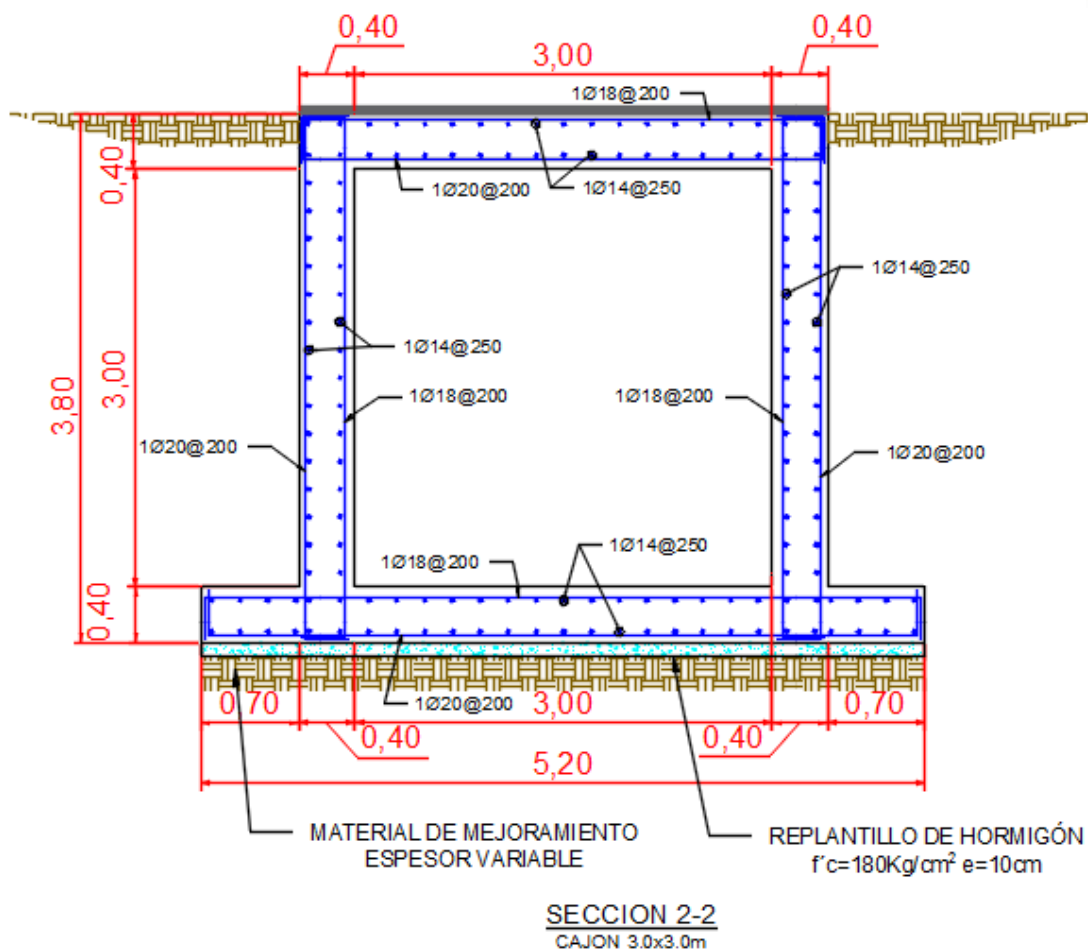
VISTA FRONTAL  
CABEZAL

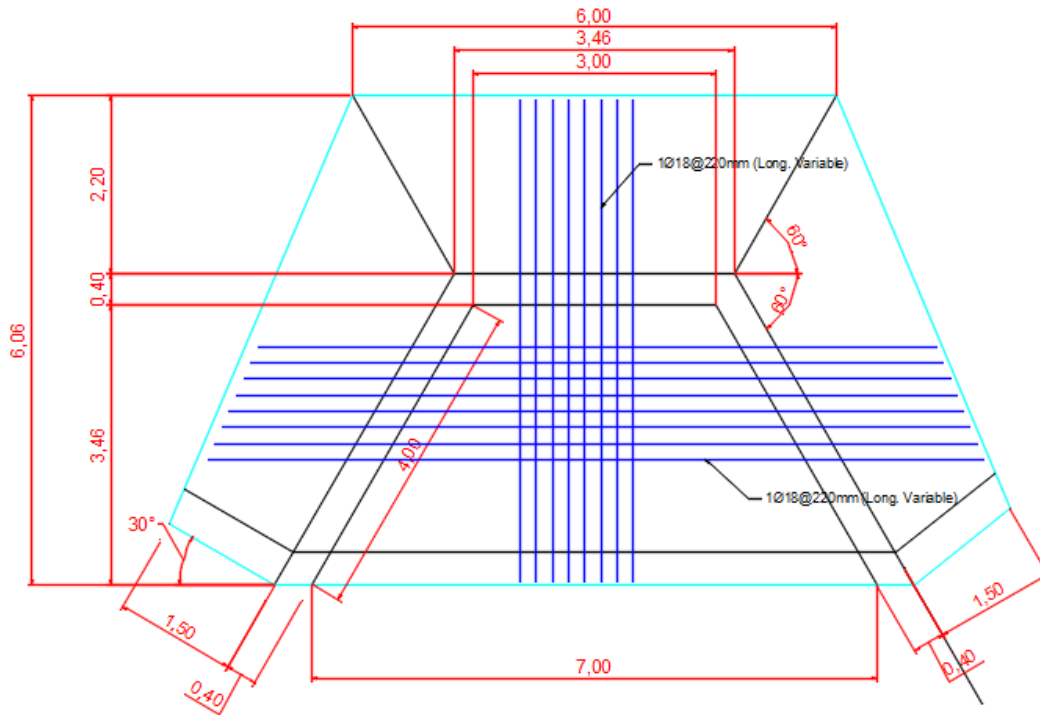


SECCION 1-1

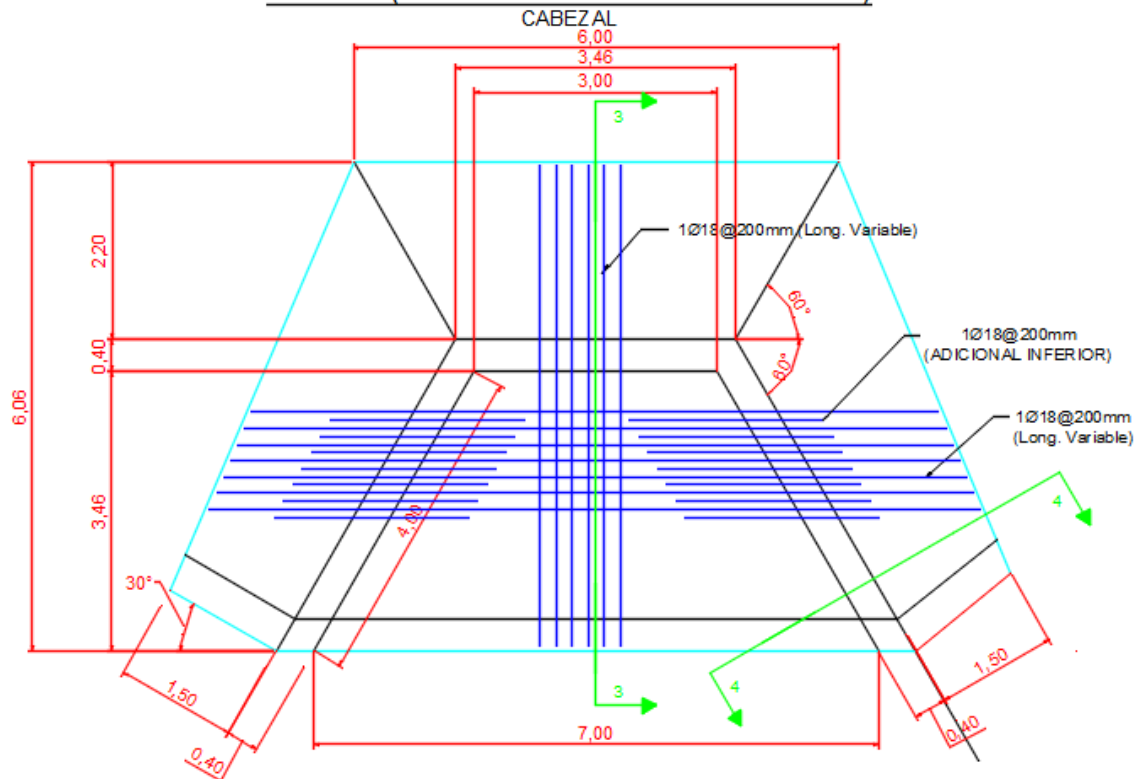




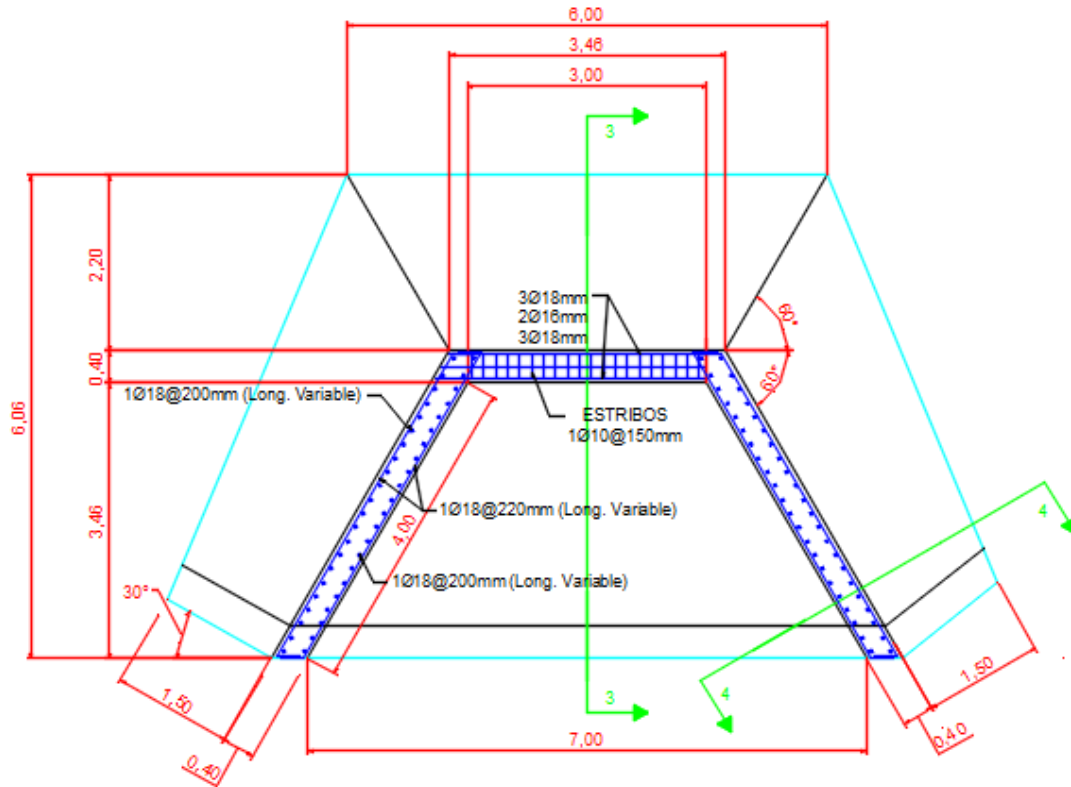




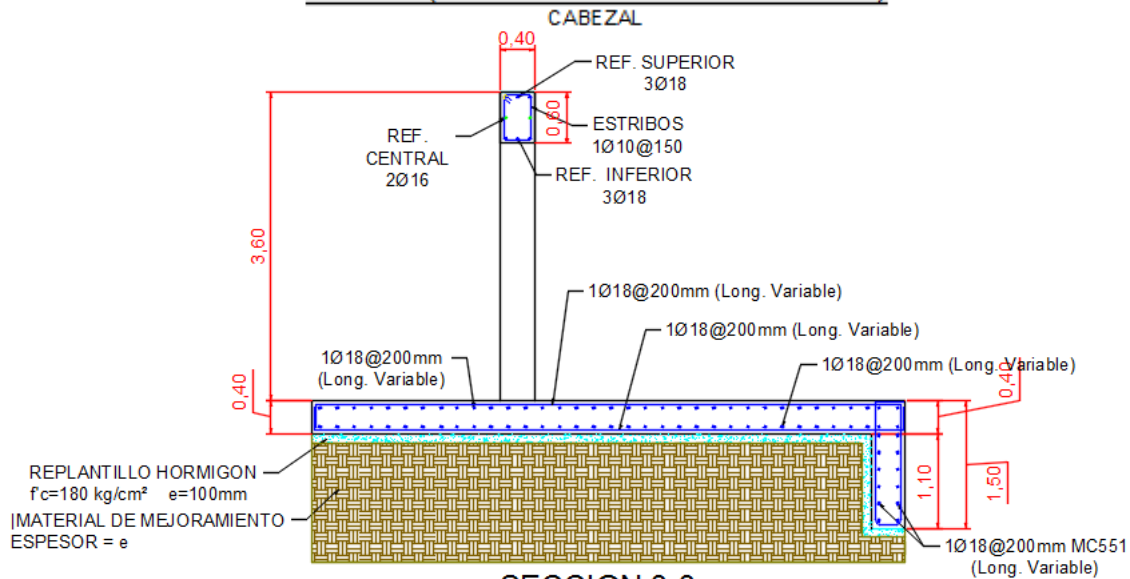
**PLANTA (REFUERZO SUPERIOR EN BASE)**



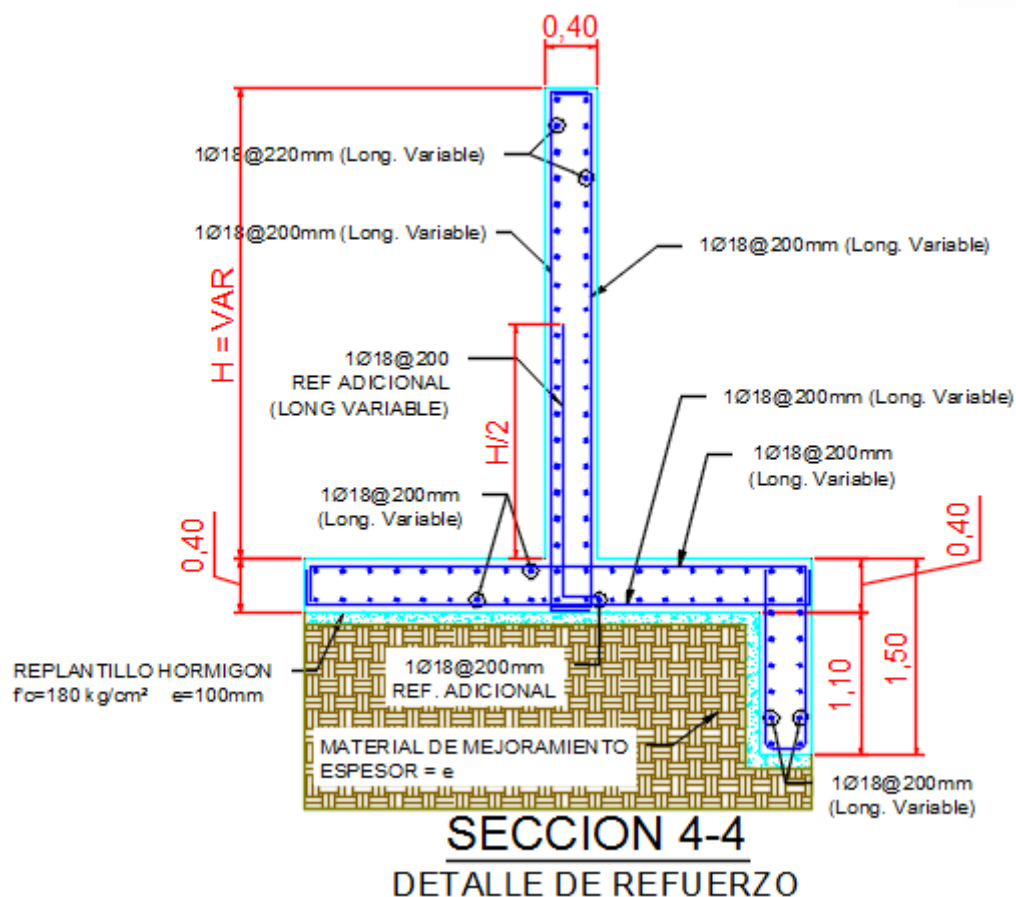
**PLANTA (REFUERZO INFERIOR EN BASE)**  
CABEZAL



**PLANTA (REFUERZO EN MUROS DE ALA)**



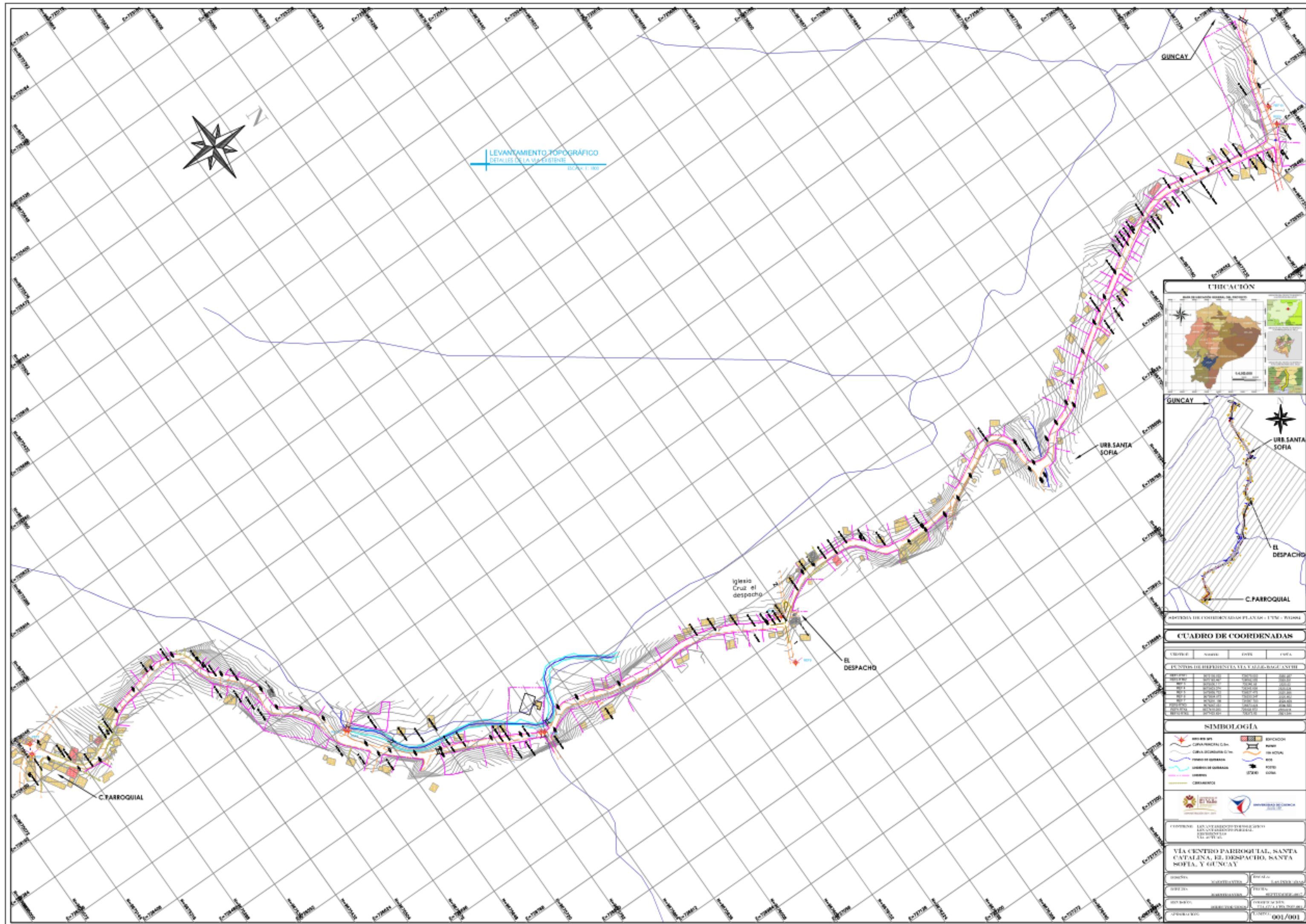
**SECCION 3-3**  
**DETALLE DE REFUERZO**



## ANEXO 8: PLANOS DE DISEÑO

CODIFICACION DE PLANOS PARA EL DISEÑO VIAL												
	SECTOR	COD	OBRA	COD	DESCRIPCIÓN	COD	COMPONENTE	COD	NUMERO	NOMBRE ARCHIVO PDF Y PLAN	NOMBRE ARCHIVO AUTOCAD	TAMAÑO
1	GAD DE EL VALLE	GVA	LEVANTAMIENTO	VIA	C. PARROQUIAL - DESPACHO	CPD	TOPOGRAFÍA 001	TOP	001	VIA_GVA_CPD_TOP_001	LEVANTAMIENTO_GAD DE EL VALLE_TOPOGRAFIA 001.dwg	A0
2	GAD DE EL VALLE	GVA	DISEÑO VIAL	VIA	C. PARROQUIAL - DESPACHO	CPD	GEOMÉTRICO 001	GMT	001	VIA_GVA_CPD_GMT_001	DISEÑO VIAL_GAD DE EL VALLE_GEOMÉTRICO 001.dwg	A1
3	GAD DE EL VALLE	GVA	DISEÑO VIAL	VIA	C. PARROQUIAL - DESPACHO	CPD	GEOMÉTRICO 002	GMT	002	VIA_GVA_CPD_GMT_002	DISEÑO VIAL_GAD DE EL VALLE_GEOMÉTRICO 002.dwg	A1
4	GAD DE EL VALLE	GVA	DISEÑO VIAL	VIA	C. PARROQUIAL - DESPACHO	CPD	GEOMÉTRICO 003	GMT	003	VIA_GVA_CPD_GMT_003	DISEÑO VIAL_GAD DE EL VALLE_GEOMÉTRICO 003.dwg	A1
5	GAD DE EL VALLE	GVA	DISEÑO VIAL	VIA	C. PARROQUIAL - DESPACHO	CPD	GEOMÉTRICO 004	GMT	004	VIA_GVA_CPD_GMT_004	DISEÑO VIAL_GAD DE EL VALLE_GEOMÉTRICO 004.dwg	A1
6	GAD DE EL VALLE	GVA	DISEÑO VIAL	VIA	C. PARROQUIAL - DESPACHO	CPD	SECCIONES 001	ST	001	VIA_GVA_CPD_ST_001	DISEÑO VIAL_GAD DE EL VALLE_SECCIONES 001.dwg	A1
7	GAD DE EL VALLE	GVA	DISEÑO VIAL	VIA	C. PARROQUIAL - DESPACHO	CPD	SECCIONES 002	ST	002	VIA_GVA_CPD_ST_002	DISEÑO VIAL_GAD DE EL VALLE_SECCIONES 002.dwg	A1
8	GAD DE EL VALLE	GVA	DISEÑO VIAL	VIA	C. PARROQUIAL - DESPACHO	CPD	SECCIONES 003	ST	003	VIA_GVA_CPD_ST_003	DISEÑO VIAL_GAD DE EL VALLE_SECCIONES 003.dwg	A1
9	GAD DE EL VALLE	GVA	DISEÑO VIAL	VIA	C. PARROQUIAL - DESPACHO	CPD	SECCIONES 004	ST	004	VIA_GVA_CPD_ST_004	DISEÑO VIAL_GAD DE EL VALLE_SECCIONES 004.dwg	A1
10	GAD DE EL VALLE	GVA	DISEÑO VIAL	VIA	C. PARROQUIAL - DESPACHO	CPD	SECCIONES 005	ST	005	VIA_GVA_CPD_ST_005	DISEÑO VIAL_GAD DE EL VALLE_SECCIONES 005.dwg	A1
11	GAD DE EL VALLE	GVA	SEÑAL	VIA	C. PARROQUIAL - DESPACHO	CPD	SEÑALIZACIÓN 001	SEZ	001	VIA_GVA_CPD_SEZ_001	SEÑAL_GAD DE EL VALLE_SEÑALIZACIÓN 001.dwg	A0
12	GAD DE EL VALLE	GVA	DETALLES MÚLTIPLES	VIA	C. PARROQUIAL - DESPACHO	CPD	VARIOS 001	VRS	001	VIA_GVA_CPD_VRS_001	DETALLES MÚLTIPLES_GAD DE EL VALLE_VARIOS 001.dwg	A1
13	GAD DE EL VALLE	GVA	ALCANTARI/INDEMN	VIA	C. PARROQUIAL - DESPACHO	CPD	ÁREAS AFECTADAS	IND	001	VIA_GVA_CPD_IND_001	ALCANTARI/INDEMN_GAD DE EL VALLE_ÁREAS AFECTADAS.dwg	A0
14	GAD DE EL VALLE	GVA	DISEÑOS/DETALLES	VIA	C. PARROQUIAL - DESPACHO	CPD	MUROS 001	MUR	001	VIA_GVA_CPD_MUR_001	DISEÑOS/DETALLES_GAD DE EL VALLE_MUROS 001.dwg	A0
15	GAD DE EL VALLE	GVA	DISEÑOS/DETALLES	VIA	C. PARROQUIAL - DESPACHO	CPD	MUROS 002	MUR	002	VIA_GVA_CPD_MUR_002	DISEÑOS/DETALLES_GAD DE EL VALLE_MUROS 002.dwg	A0

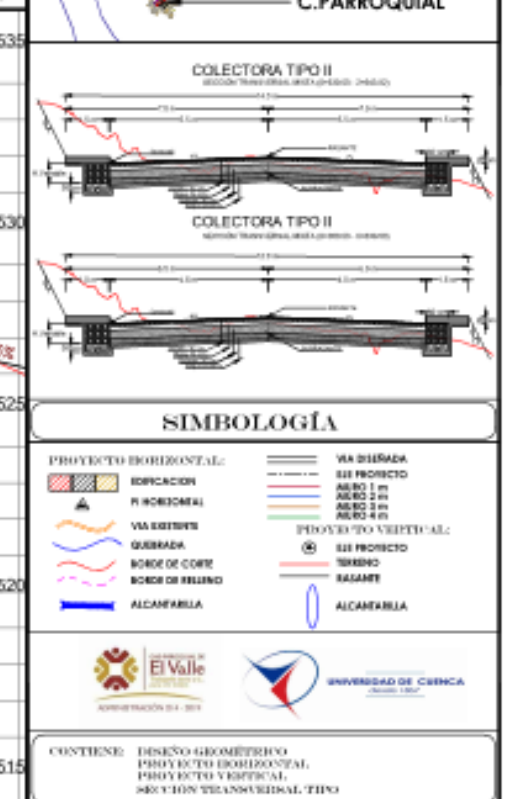
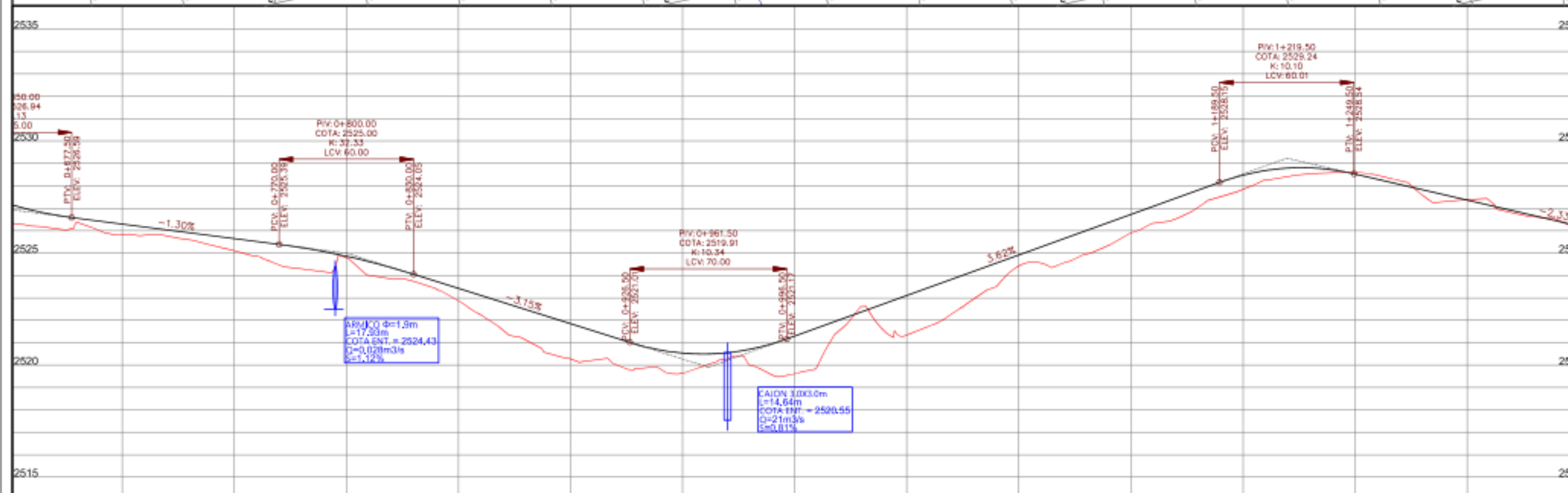
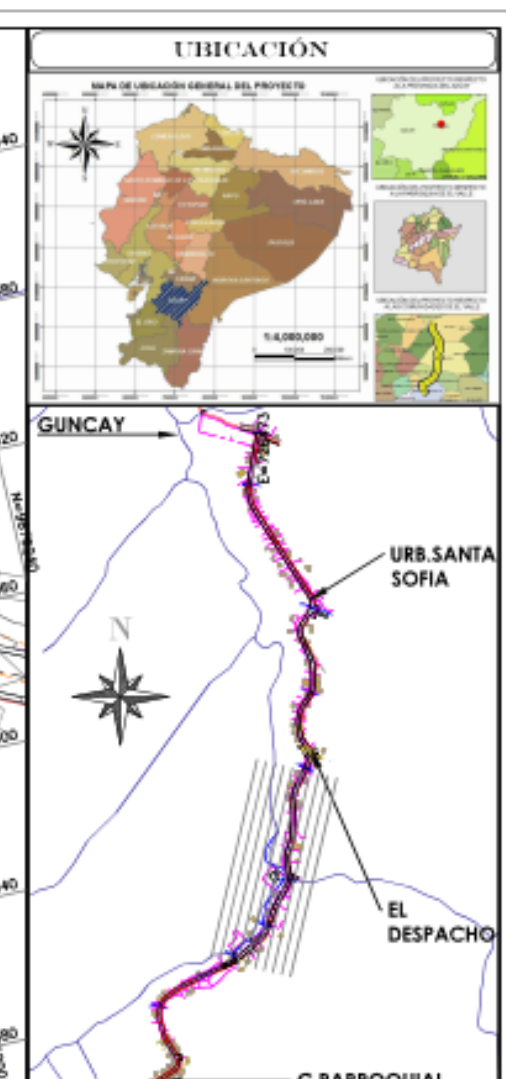
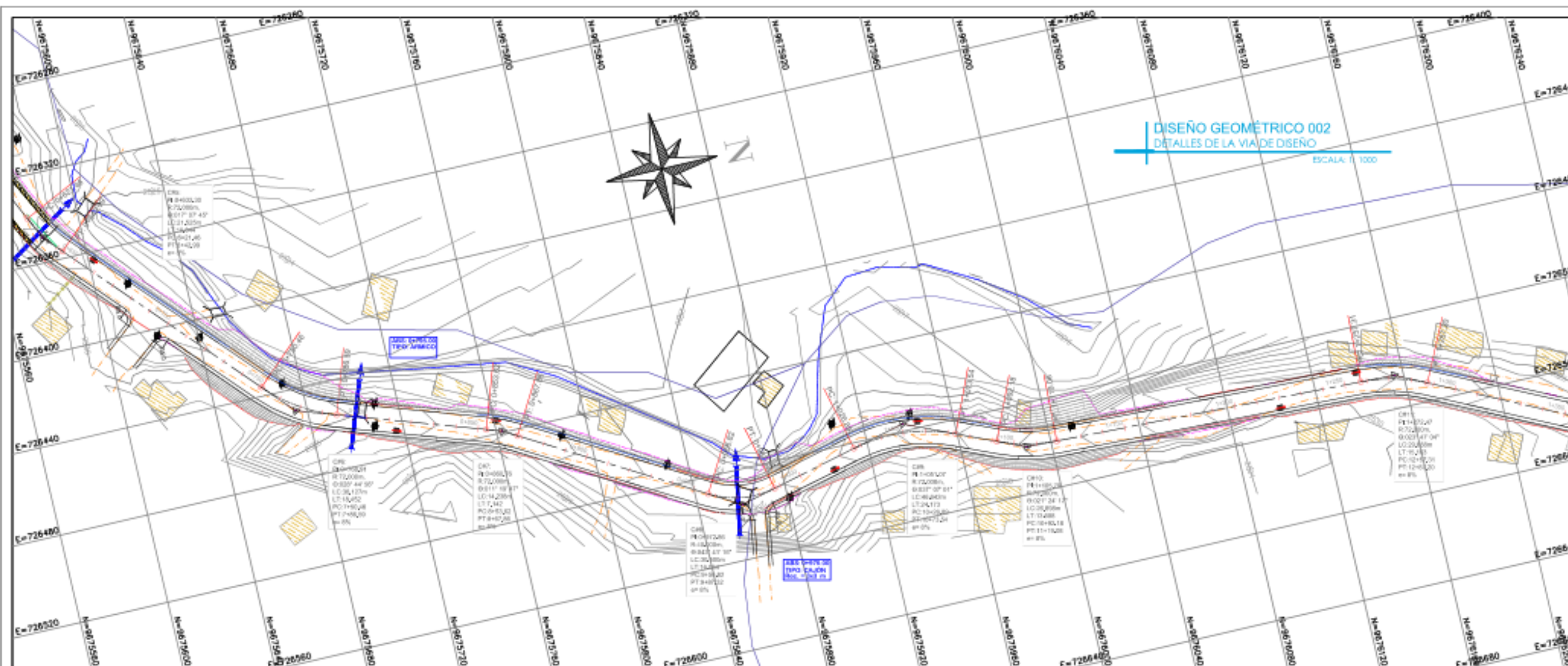












Abscisa	Cofas		Corte
	Terreno	Proyecto	
1+700.00	2575.130	2575.130	0.46
1+720.00	2575.200	2575.200	0.27
1+740.00	2575.240	2575.240	0.43
1+760.00	2575.278	2575.278	0.64
1+780.00	2575.311	2575.311	0.94
1+800.00	2575.340	2575.340	0.27
1+820.00	2575.365	2575.365	0.56
1+840.00	2575.386	2575.386	0.57
1+860.00	2575.403	2575.403	0.78
1+880.00	2575.418	2575.418	0.87
1+900.00	2575.429	2575.429	0.96
1+920.00	2575.436	2575.436	0.97
1+940.00	2575.441	2575.441	0.98
1+960.00	2575.443	2575.443	0.94
1+980.00	2575.443	2575.443	0.81
1+000.00	2575.439	2575.439	0.71
1+020.00	2575.432	2575.432	0.68
1+040.00	2575.422	2575.422	0.67
1+060.00	2575.409	2575.409	0.69
1+080.00	2575.393	2575.393	0.72
1+100.00	2575.365	2575.365	0.81
1+120.00	2575.335	2575.335	0.75
1+140.00	2575.303	2575.303	0.78
1+160.00	2575.269	2575.269	0.78
1+180.00	2575.233	2575.233	0.63
1+200.00	2575.195	2575.195	0.56
1+220.00	2575.156	2575.156	0.53
1+240.00	2575.116	2575.116	0.49
1+260.00	2575.075	2575.075	0.47

VIA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFIA, Y GUNCAY	
DIRECCION: MAESTRANTES	ESCALA: LAS ENFERMERAS
DIHUIJO: MAESTRANTES	FECHA: SEPTIEMBRE 2017
REVISION: DIRECTOR TECNICO	COORDINACION: VIA CIVIL Y/O CAMT. 002
APPROBACION:	LAMINA: 002/004

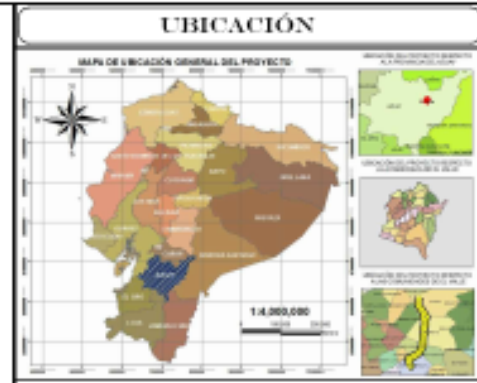
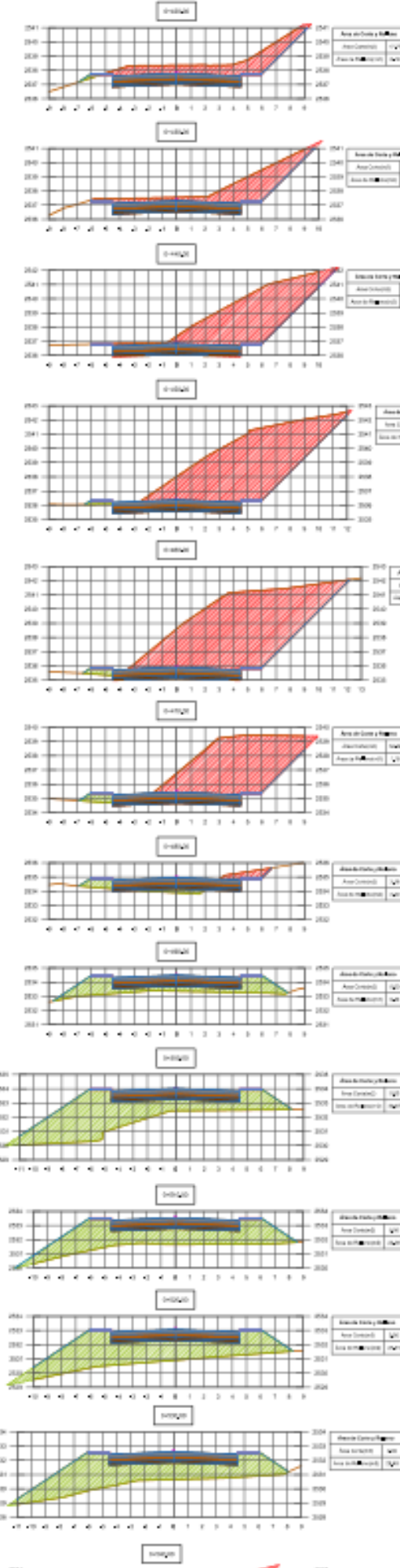
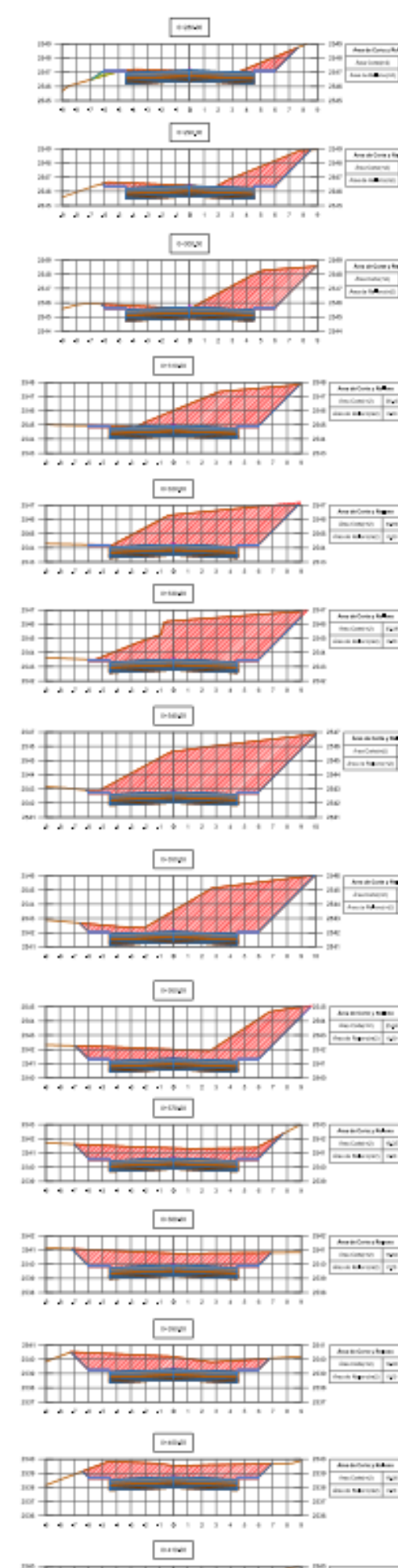
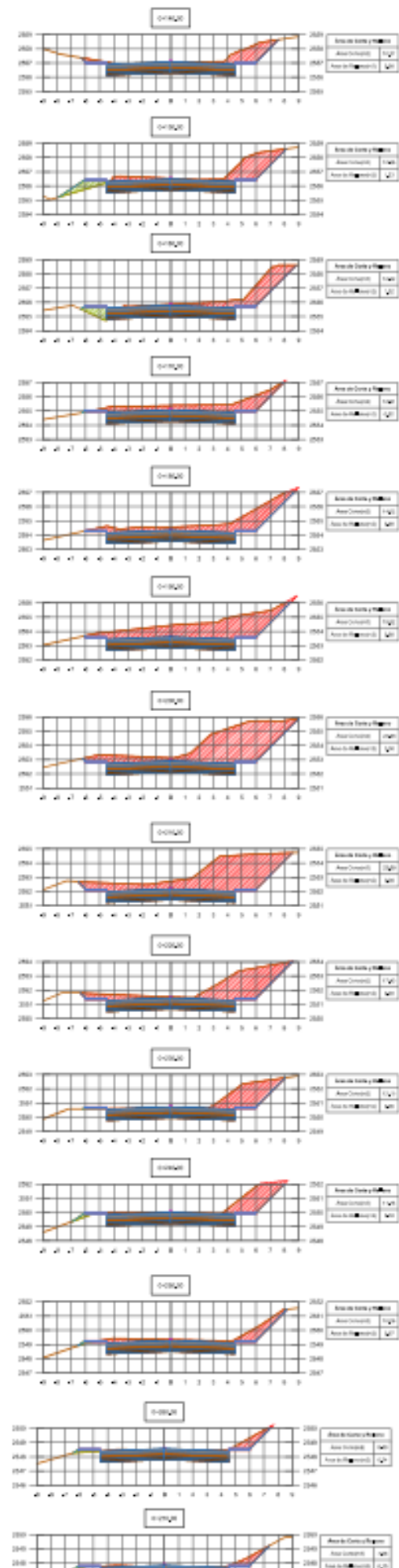
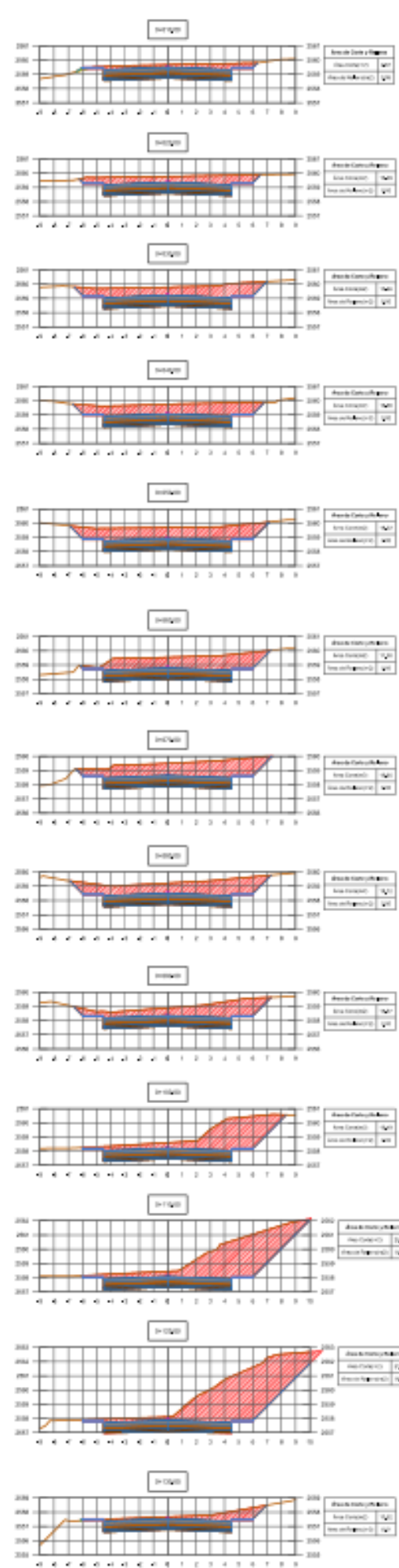






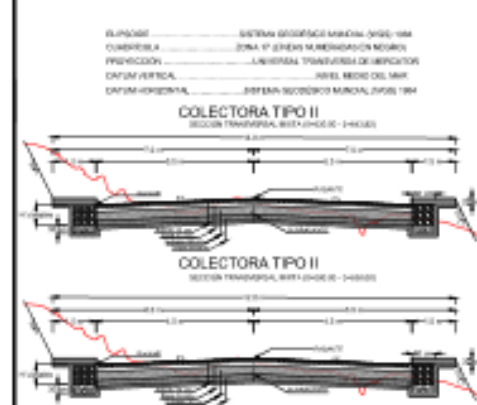






REVISIONES		
Nº	Fecha	Observación

TABLA DE RESUMEN DE MATERIALES		
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
TOTAL VOLUMEN CORTE	m³	37442.32
TOTAL VOLUMEN RELLENO	m³	6662.94
TOTAL ASFALTO	m²	27622.02
TOTAL BASE	m³	3895.09
TOTAL SUBBASE	m³	6348.61
TOTAL MEJORAMIENTO	m³	6664.41
TOTAL VOLUMEN CUNETAS	m³	-



**SIMBOLOGÍA**

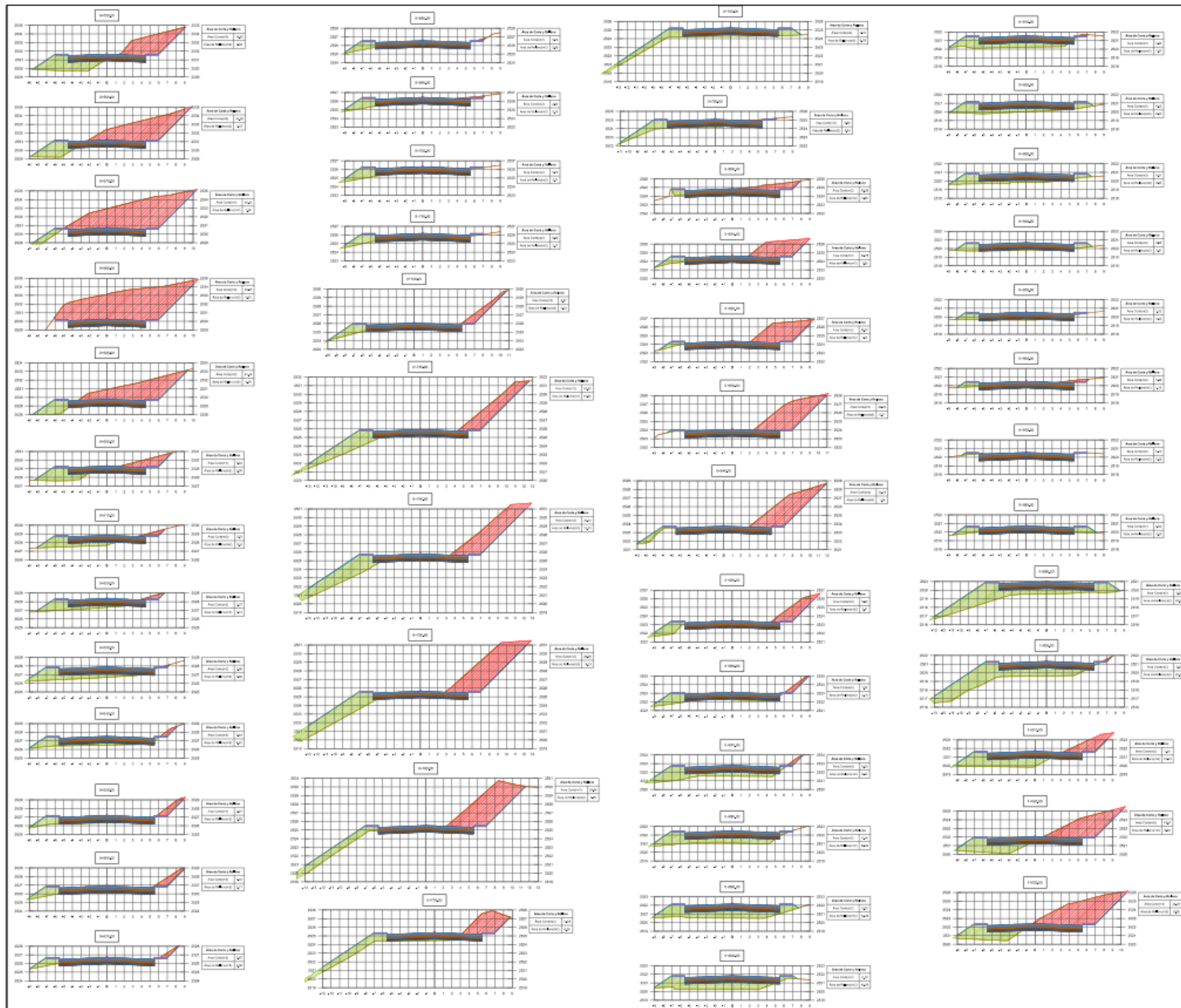
- ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO
- MATERIAL DE RELLENO
- MATERIAL DE CORTE
- 0+00.00 RESCUDO
- 2000 COTAS

CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES  
DE 400.00 - 40.000.00  
VOLUMENES  
SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO

**VÍA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFÍA, Y GUNCAY**

DISEÑO:	MAESTRANTES	ESCALA:	1:50,000
DEBIDO:	MAESTRANTES	FECHA:	SEPTIEMBRE-2017
REVISIÓN:	DIRECTOR TÉCNICO	COORDINACIÓN:	VÍA GUNTA, ET. 801
APPROBACIÓN:		LÁMINA:	001/005





### UBICACIÓN

### REVISIONES

N°	Fecha	Observación

### TABLA DE RESUMEN DE MATERIALES

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
TOTAL VOLUMEN CORTE	m³	37442.32
TOTAL VOLUMEN RELLENO	m³	6662.94
TOTAL ASFALTO	m²	27822.02
TOTAL BASE	m³	3995.09
TOTAL SUBBASE	m³	6346.61
TOTAL MEJORAMIENTO	m³	5584.41
TOTAL VOLUMEN CUNETAS	m³	-

SUPLENTE: ...  
 CUBIERTA: ...  
 PROYECCIÓN: ...  
 DATOS HORIZONTALES: ...

### COLECTORA TIPO II

### SIMBOLOGÍA

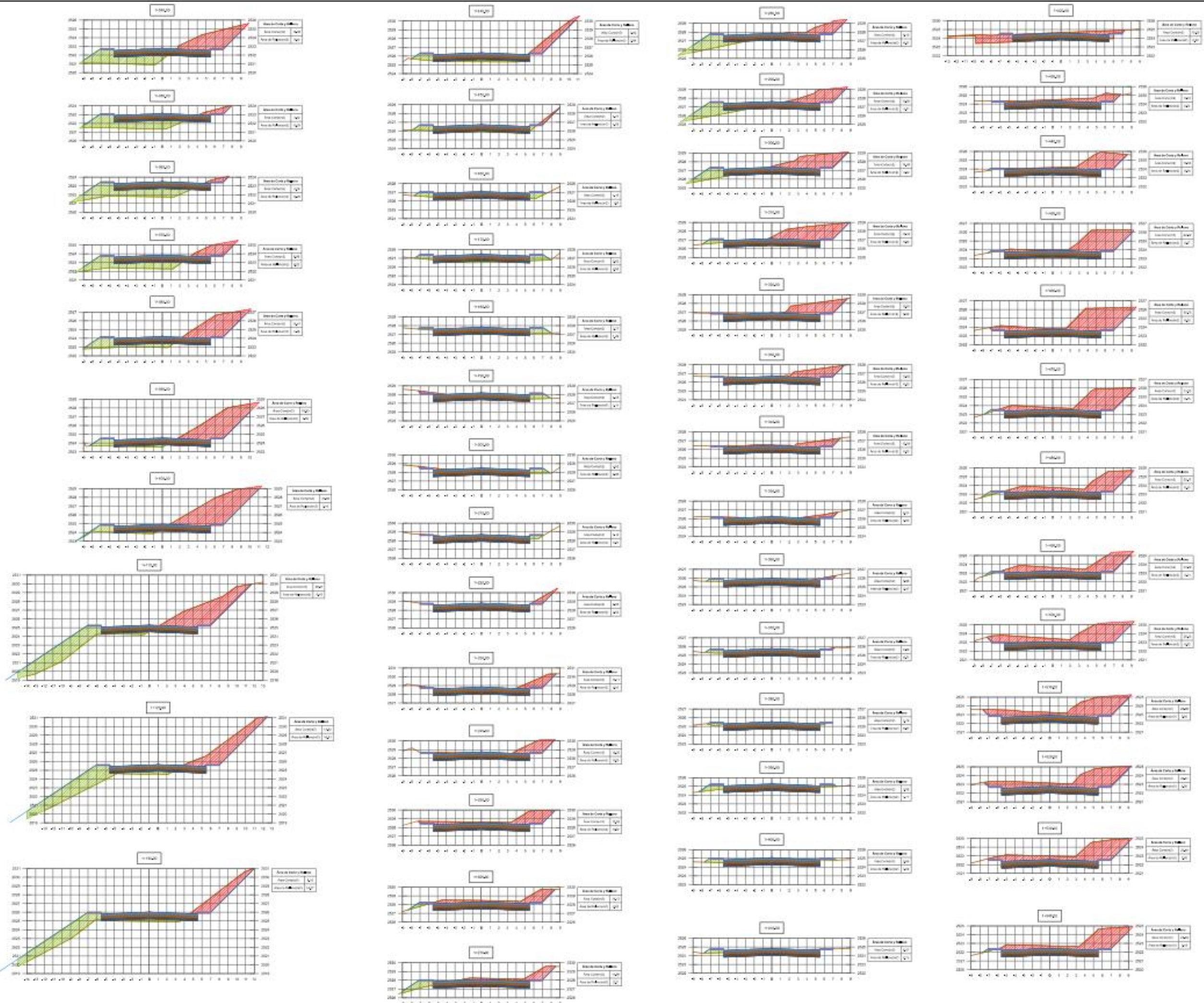
- ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO
- MATERIAL DE RELLENO
- MATERIAL DE CORTE
- 0+000.00 ASCENDENTE
- 2500 COTAS

CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES  
 0+000.00 - 0+200.00  
 VOLUMENES  
 SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO

### VÍA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFÍA, Y GUNCAY

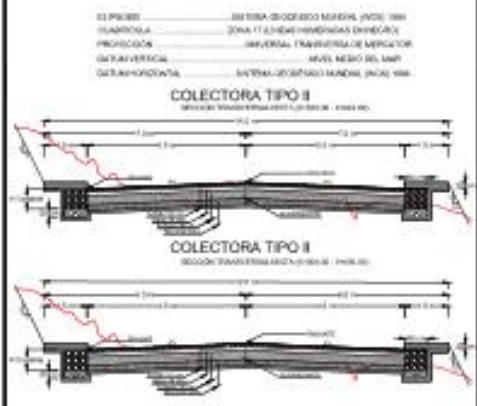
DISEÑO:	MAESTRANZAS	ESCALA:	1:500
DIBUJO:	MAESTRANZAS	FECHA:	SEPTIEMBRE-2017
DIRECCIÓN:	DIRECCIÓN TÉCNICA	CODIFICACIÓN:	VIA-GTA-015-02-000
APROBACIÓN:		LÁMINA:	002/005





REVISIONES		
N°	Fecha	Observación

TABLA DE RESUMEN DE MATERIALES		
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
TOTAL VOLUMEN CORTE	m³	37442.32
TOTAL VOLUMEN RELLENO	m³	6662.94
TOTAL ASFALTO	m²	27822.02
TOTAL BASE	m³	3696.09
TOTAL SUBBASE	m³	8346.61
TOTAL MEJORAMIENTO	m³	5504.41
TOTAL VOLUMEN CUNETAS	m³	-



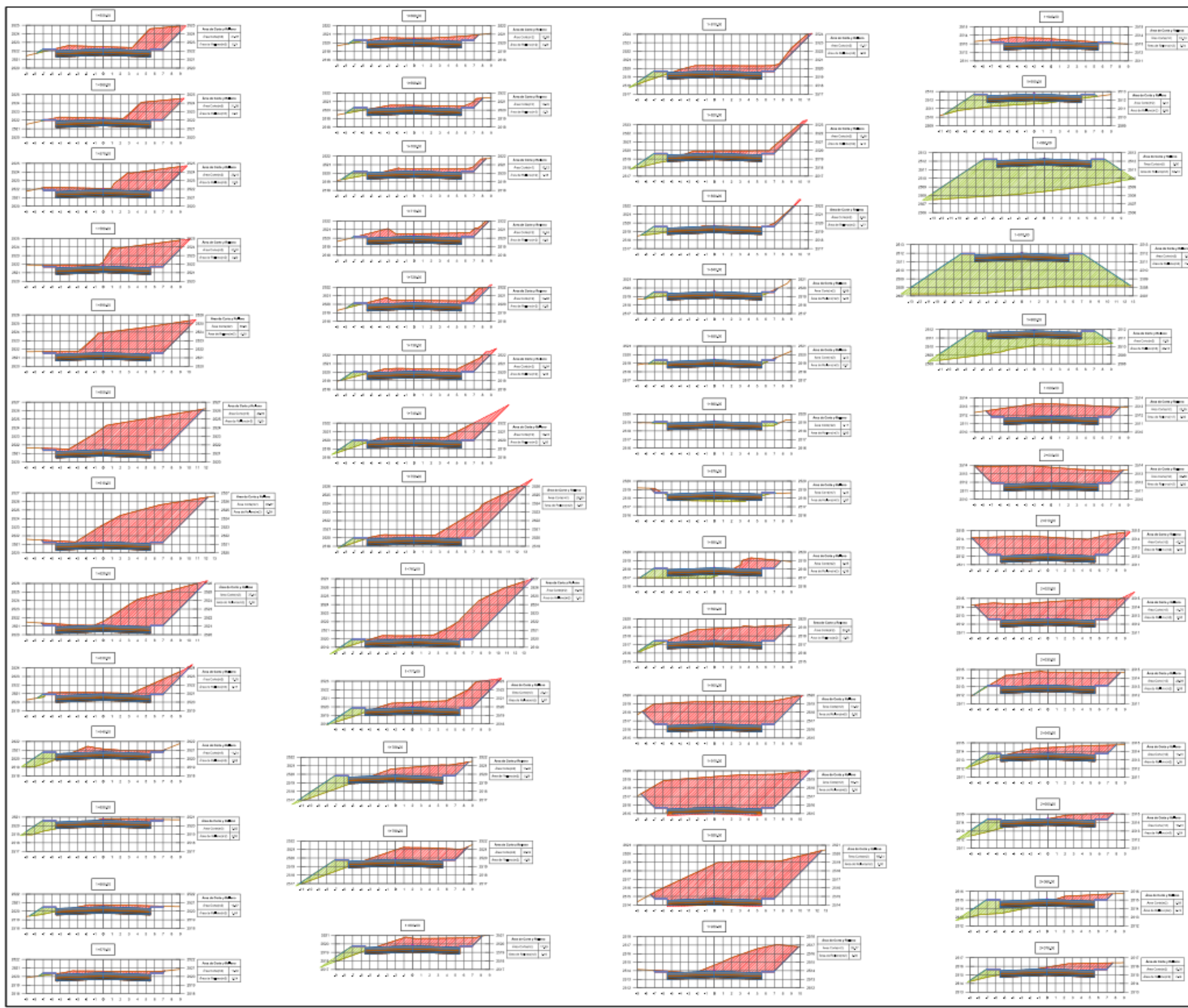
SIMBOLOGÍA	
	LINEA DE ALINEAMIENTO
	MATERIAL DE RELLENO
	MATERIAL DE CORTE
	0+00.00
	1500
	COFAS

CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES  
 0+00.00 - 0+200.00  
 VOLUMENES  
 SECCIONES TRANSVERSALES TIPO

**VIA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFIA, Y GUNCAY**

DISEÑO: MARCELO SANTOS	ESCALA: 1:500
DISEÑO: MARCELO SANTOS	FECHA: SEPTIEMBRE 2017
REVISIÓN: JHONATAN YANES	COORDINACIÓN: VIA GVA, C/50, SE, 001
APROBACIÓN:	FOLIO: 003/005





### UBICACIÓN

MAPA DE UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### REVISIONES

N°	Fecha	Observación

### TABLA DE RESUMEN DE MATERIALES

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
TOTAL VOLUMEN CORTE	m³	37442.32
TOTAL VOLUMEN RELLENO	m³	6962.94
TOTAL ASFALTO	m²	27622.02
TOTAL BASE	m³	3395.09
TOTAL SUBBASE	m³	6340.61
TOTAL MEJORAMIENTO	m³	5864.41
TOTAL VOLUMEN CUNETAS	m³	-

ELABORADO: SISTEMA SUCCESORIAL, FASE 100  
 CUBIERTA: 2006 (7ª EDICIÓN) (MATERIA DE RECTOR)  
 PROYECTO: UNIVERSIDAD TRANSVERSAL DE BOLIVIA  
 CANTON: SANTA SOFIA, SANTA GUNCAI  
 CANTON: SANTA SOFIA, SANTA GUNCAI

### COLECTORA TIPO II

### COLECTORA TIPO II

### SIMBOLOGÍA

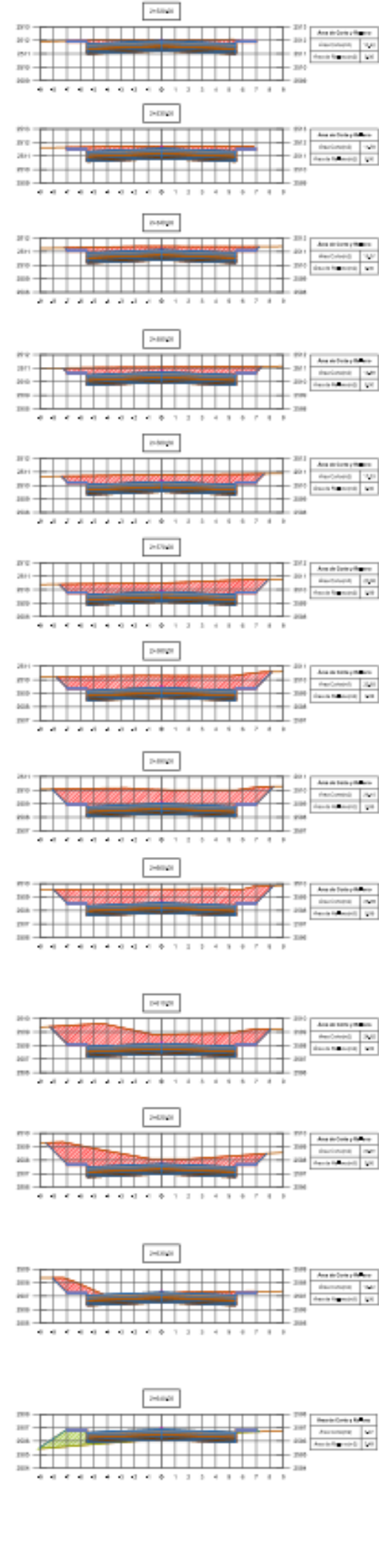
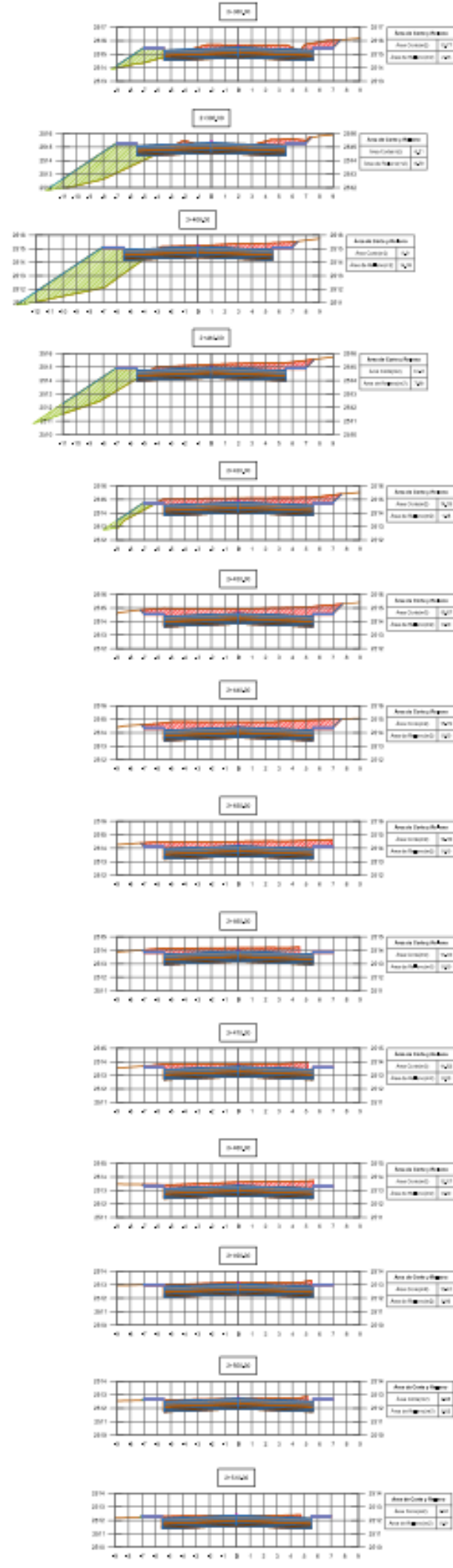
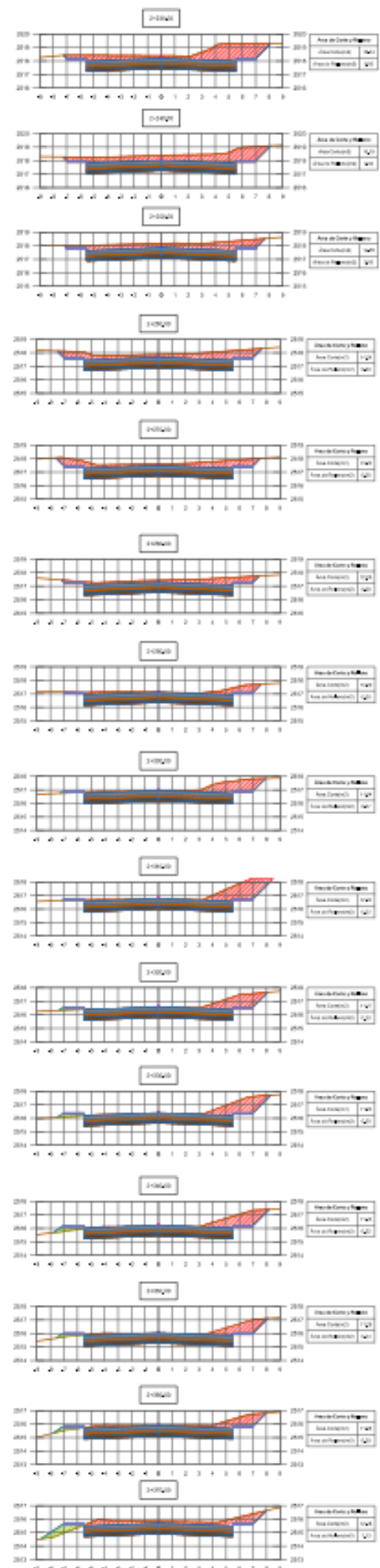
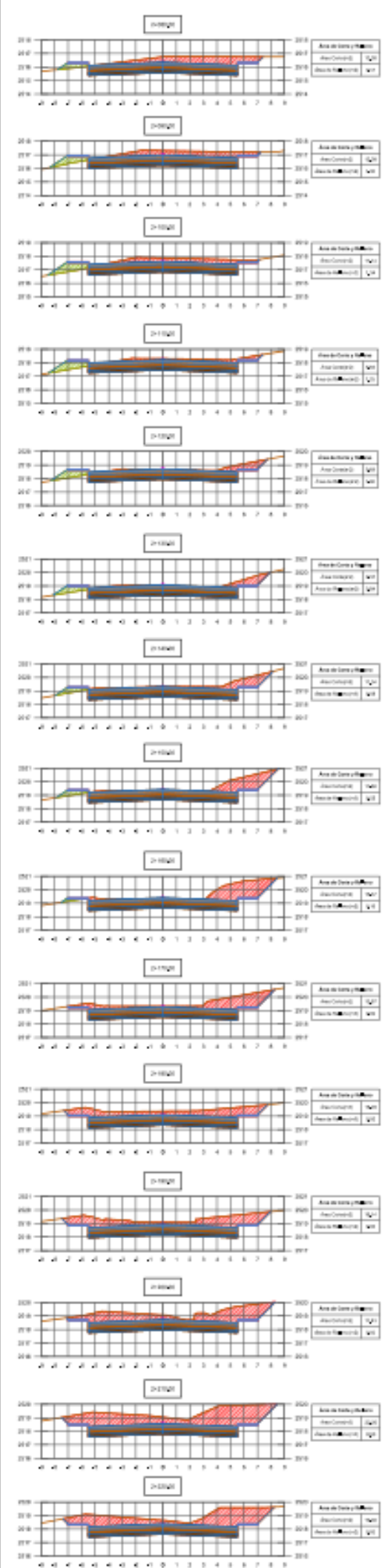
- ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO
- MATERIAL DE RELLENO
- MATERIAL DE CORTE
- 0-000.00
- 2500
- TOTAL

CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES  
 0-000.00 - 0-250.00  
 VOLÚMENES  
 SECCIONES TRANSVERSALES TIPO

### VÍA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFIA, Y GUNCAI

DISEÑO: MAESTRANTES	ELABORADO: MAESTRANTES
DIBUJO: MAESTRANTES	FECHA: SEPTIEMBRE 2017
REVISIÓN: DIRECTOR TÉCNICO	COORDINACIÓN: YEA GUYA, CIPD 07 004
APROBACIÓN:	LÁMINA: 004/005





### UBICACIÓN

MAPA DE UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### REVISIONES

N°	Fecha:	Observación:

### TABLA DE RESUMEN DE MATERIALES

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
TOTAL VOLUMEN CORTE	m³	37442.32
TOTAL VOLUMEN RELLENO	m³	6662.94
TOTAL ASFALTO	m²	27822.02
TOTAL BASE	m³	3895.09
TOTAL SUBBASE	m³	6346.61
TOTAL MEJORAMIENTO	m³	5584.41
TOTAL VOLUMEN CUNETAS	m³	-

SUPERFICIE: ... SISTEMA DE DRENAJE ...  
 CUBIERTA: ...  
 PROYECCIÓN: ...  
 DATOS HORIZONTALES: ...  
 DATOS VERTICALES: ...

### COLECTORA TIPO II

### COLECTORA TIPO II

### SIMBOLOGÍA

- ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO
- MATERIAL DE RELLENO
- MATERIAL DE CORTE
- 0+00.00 ABSCISADO
- 2500 COTAS

CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES  
 0+00.00 - 0+200.00  
 VOLUMENES  
 SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO

### VÍA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFÍA, Y GUNCAY

DISEÑO:	MAESTRANTES	REVISÓ:	ELABORACIÓN
DIBUJO:	MAESTRANTES	FECHA:	SEPTIEMBRE-2017
DIRECCIÓN:	DIRECCIÓN TÉCNICA	CODIFICACIÓN:	VIA, CTA, CPTA, SEP, 005
APROBACIÓN:		LÁMINA:	005/005

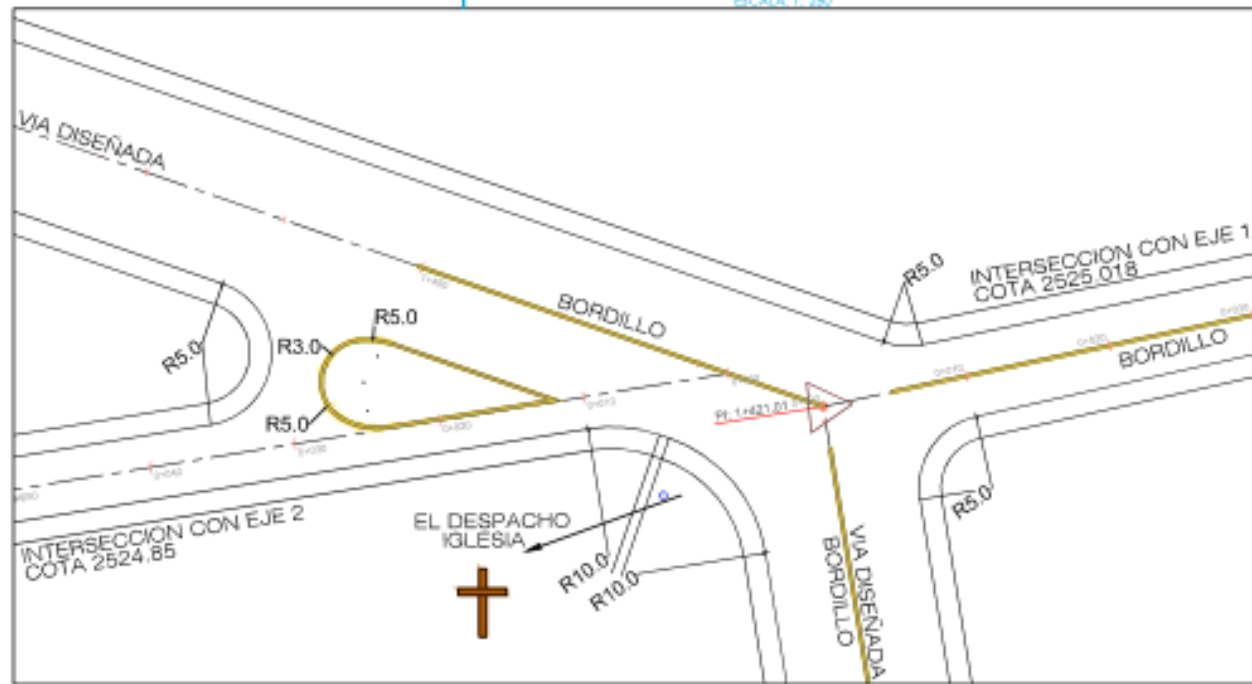






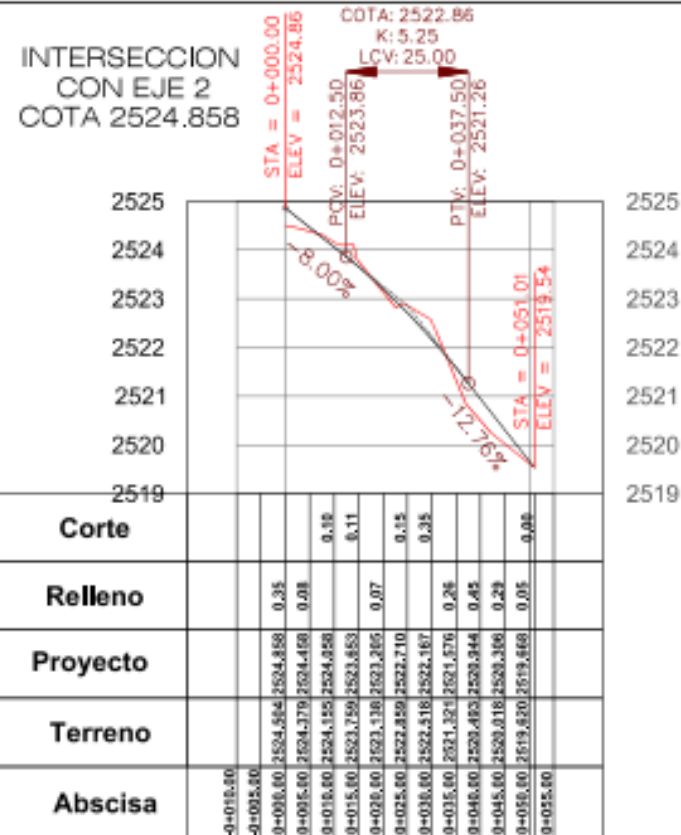
# INTERSECCIÓN IGLESIA DEL DESPACHO VISTA EN PLANTA

ESCALA: 1: 250



## INTERSECCIÓN CON EJE 2 PERFIL LONGITUDINAL EJE 2

ESCALA: 1: 750



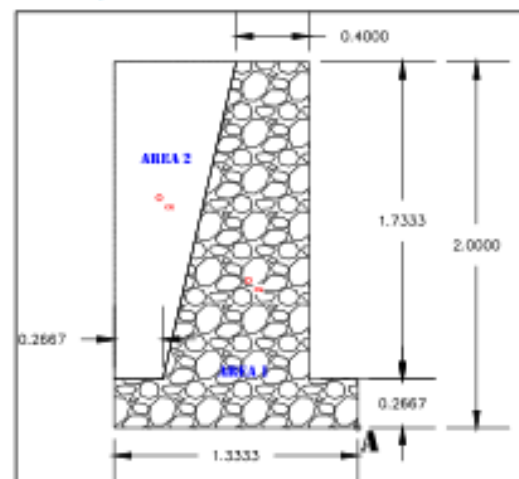
## INTERSECCIÓN CON EJE 1 PERFIL LONGITUDINAL EJE 1

ESCALA: 1: 750



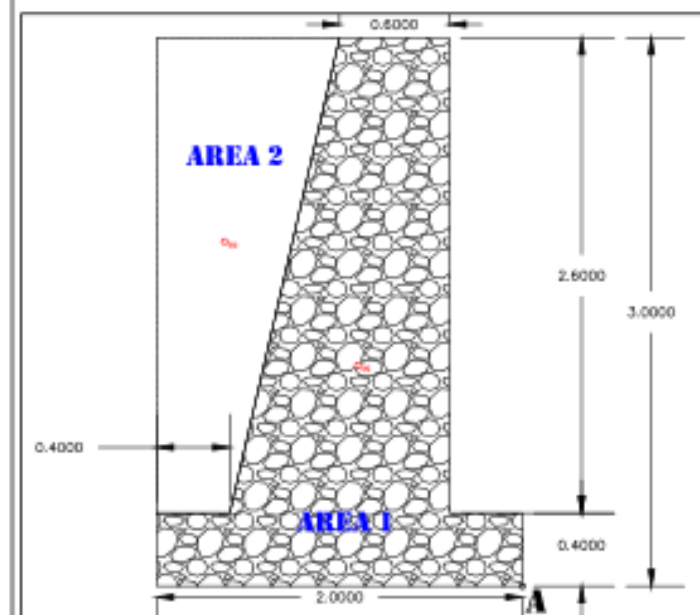
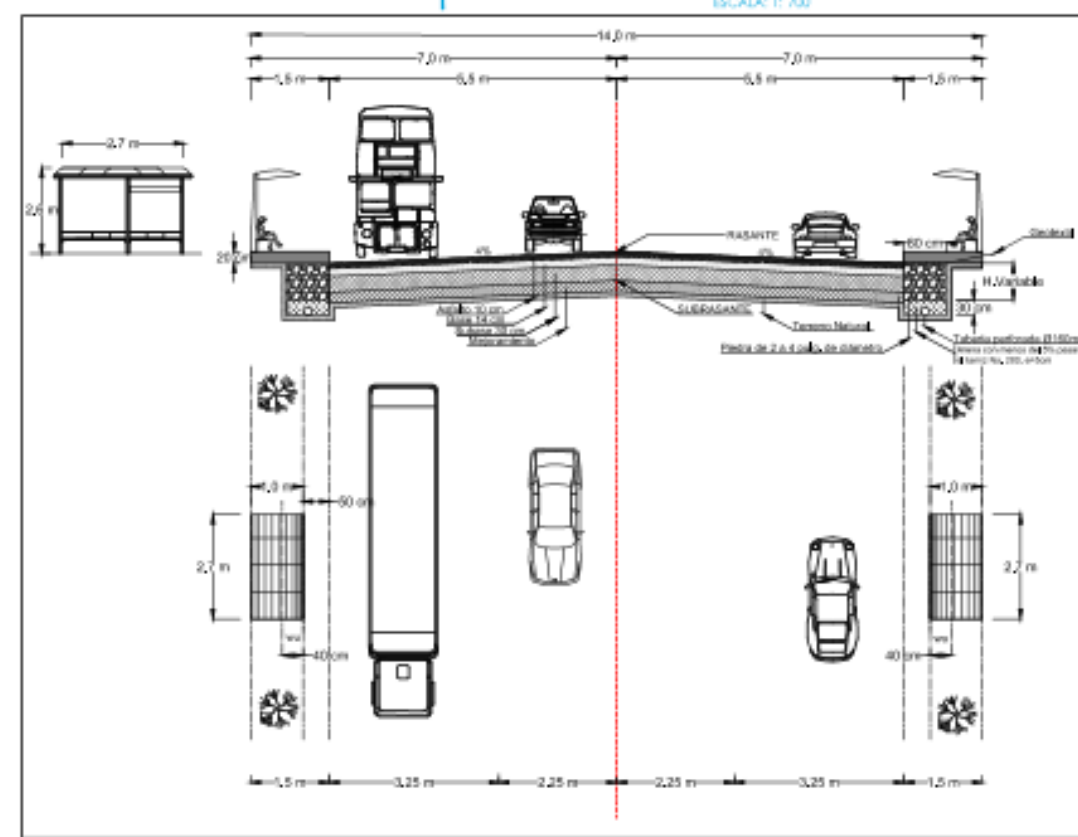
## DETALLES DE MURO TIPO (2m) MUROS DE HORMIGÓN CICLOPEO

ESCALA: 1: 20



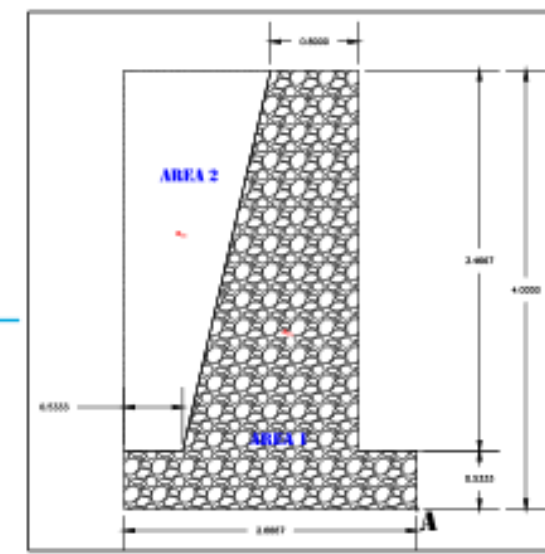
# ISLA DE AUTOBUS TIPO VISTA FRONTAL Y EN PLANTA

ESCALA: 1: 700



## DETALLES DE MURO TIPO (3m) MUROS DE HORMIGÓN CICLOPEO

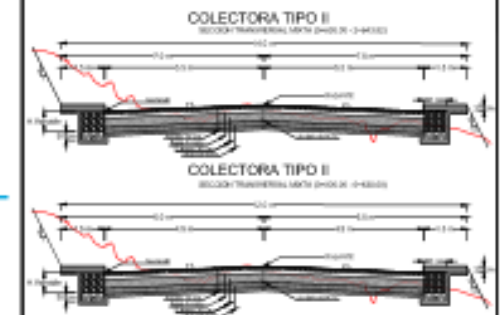
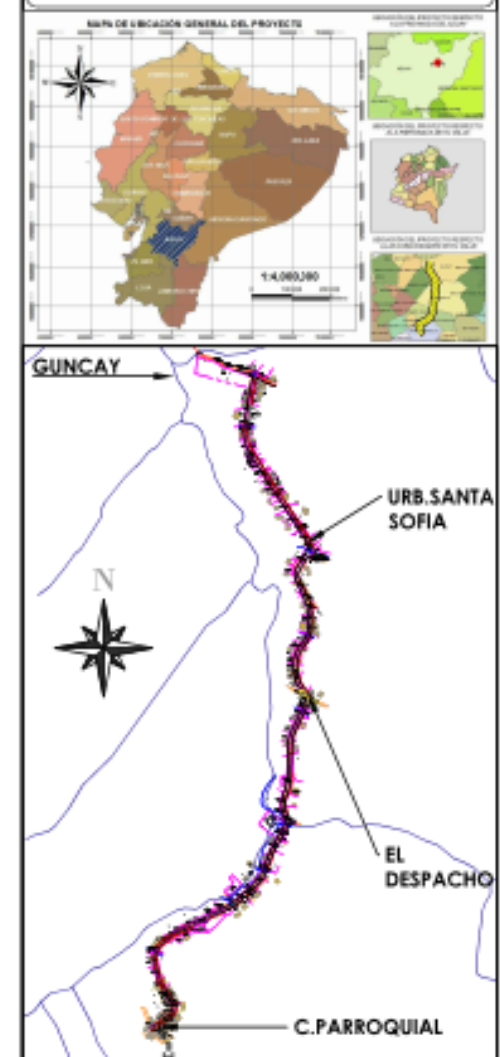
ESCALA: 1: 20



## DETALLES DE MURO TIPO (4m) MUROS DE HORMIGÓN CICLOPEO

ESCALA: 1: 20

# UBICACIÓN



# SIMBOLOGÍA



CONTIENE: PERFILES DE INTERVENCIÓN DE EJE 1 Y 2  
DETALLES MARCAN EN PAVIMENTO  
DETALLES DEL SITIO DE INTERVENCIÓN  
DETALLES DEL SITIO DE INTERVENCIÓN

VÍA CENTRO PARROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFIA, Y GUNCAY

DISEÑO:	MAESTRANTES	ESCALA:	LAS INDICADAS
DIR. JO:	MAESTRANTES	FECHA:	SEPTIEMBRE 2017
REVISIÓN:	DESEÑADOR	CODIFICACIÓN:	VIA-GV-CPD-VIS-001
APROBACIÓN:		LANEJA:	001/001





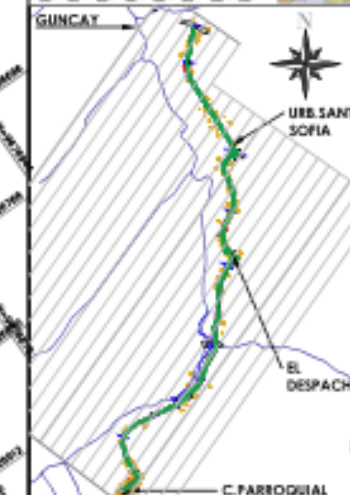
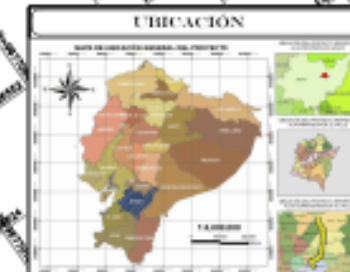
INDEMNIZACIONES

ÁREAS AFECTADAS

ESCALA 1:500

### DETALLES AFECCION

ÁREA DE TERRENO AFECTADOS POR LA VÍA	18576,026 M2
ÁREA DE VIVIENDAS AFECTADOS (CERRAMIENTOS)	1442,421 M2
ÁREA DE VIVIENDAS AFECTADOS (CASAS)	529,705 M2
ÁREA DE LA VÍA DISEÑADA	35753,48 M2



SISTEMA DE COORDENADAS PLANAS - UTM - PROYECTO

### CUADRO DE COORDENADAS

ORDEN	NORTE	EAST	UTM
1	1000000	500000	18QUD
2	1000000	500000	18QUD
3	1000000	500000	18QUD
4	1000000	500000	18QUD
5	1000000	500000	18QUD
6	1000000	500000	18QUD
7	1000000	500000	18QUD
8	1000000	500000	18QUD
9	1000000	500000	18QUD
10	1000000	500000	18QUD
11	1000000	500000	18QUD
12	1000000	500000	18QUD
13	1000000	500000	18QUD
14	1000000	500000	18QUD
15	1000000	500000	18QUD
16	1000000	500000	18QUD
17	1000000	500000	18QUD
18	1000000	500000	18QUD
19	1000000	500000	18QUD
20	1000000	500000	18QUD
21	1000000	500000	18QUD
22	1000000	500000	18QUD
23	1000000	500000	18QUD
24	1000000	500000	18QUD
25	1000000	500000	18QUD
26	1000000	500000	18QUD
27	1000000	500000	18QUD
28	1000000	500000	18QUD
29	1000000	500000	18QUD
30	1000000	500000	18QUD
31	1000000	500000	18QUD
32	1000000	500000	18QUD
33	1000000	500000	18QUD
34	1000000	500000	18QUD
35	1000000	500000	18QUD
36	1000000	500000	18QUD
37	1000000	500000	18QUD
38	1000000	500000	18QUD
39	1000000	500000	18QUD
40	1000000	500000	18QUD
41	1000000	500000	18QUD
42	1000000	500000	18QUD
43	1000000	500000	18QUD
44	1000000	500000	18QUD
45	1000000	500000	18QUD
46	1000000	500000	18QUD
47	1000000	500000	18QUD
48	1000000	500000	18QUD
49	1000000	500000	18QUD
50	1000000	500000	18QUD

### SIMBOLOGÍA



CONTIENE: ÁREAS AFECTADAS POR LA VÍA DISEÑADA, ÁREA DE VIVIENDAS AFECTADAS, ÁREA DE TERRENO AFECTADO POR LA VÍA.

VÍA CENTRO PARRROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFÍA, Y GUNCAY

PROYECTO: VÍA CENTRO PARRROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFÍA, Y GUNCAY

FECHA: 2023

PROYECTO: VÍA CENTRO PARRROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFÍA, Y GUNCAY

FECHA: 2023

PROYECTO: VÍA CENTRO PARRROQUIAL, SANTA CATALINA, EL DESPACHO, SANTA SOFÍA, Y GUNCAY





